COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SEANCE DU LUNDI 16 MAI 1892.

PRÉSIDENCE DE M. D'ABBADIE.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

CHIMIE. — *Contribution à l'histoire des composés carbosiliciques;* par M. P. Schutzenberger.

« Il y a quelques années, j'ai fait connaître, en collaboration avec M. Colson, des composés ternaires formés de carbone, de silicium et d'oxygène, ou de carbone, de silicium et d'azote, que l'on obtient en chauffant au rouge blanc du silicium cristallisé, soit dans une atmosphère d'acide carbonique, soit en présence de gaz carburé et d'azote.

» Plus tard, M. Colson a décrit une combinaison binaire de carbone et de silicium formée en chauffant fortement du silicium cristallisé dans un courant d'hydrogène chargé de vapeurs de benzine, combinaison qui répond à la formule SiC^2.

» Tous ces corps ont à peu près la même apparence et ne se distinguent

bien que par l'analyse. Ce sont des poudres d'un vert plus ou moins pâle, infusibles, fixes, inattaquables par l'acide fluorhydrique et les alcalis caustiques en solutions même concentrées; attaquables au rouge naissant par la potasse en fusion, avec dégagement d'hydrogène et formation de silicate de potasse, de carbonate de potasse et dégagement d'ammoniaque dans le cas de l'azotocarbure. Dans toutes, le carbone, associé au silicium, résiste d'une manière remarquable à la combustion au moyen de l'oxygène libre au rouge ou au moyen de l'oxyde de cuivre. On n'arrive à brûler entièrement le carbone des composés carbosiliciques qu'en les chauffant au rouge avec du chromate de plomb basique.

» En me plaçant dans les conditions suivantes, différentes de celles de mes premières expériences, je suis arrivé à obtenir un carbure de silicium nouveau, dont la composition répond à la formule simple SiC. Les faits observés permettent, de plus, de mieux se rendre compte des phénomènes qui se passent lors de la synthèse de l'oxycarbure $SiCO$ et de l'azotocarbure Si^2C^2Az décrits précédemment.

» J'introduis dans un petit creuset en charbon de cornue, d'une capacité de 20^{cc} à 30^{cc} environ, fermé par un couvercle de même substance bien ajusté, un mélange de silicium cristallisé et pulvérisé et de silice pulvérulente, dans les proportions de 1 partie de silicium et de 2 parties de silice, ou de parties égales.

» La silice n'intervient pas dans la réaction; elle n'a pour but et effet que de diviser le silicium, de permettre à l'atmosphère active d'oxyde de carbone et d'azote d'agir plus complètement, en empêchant la masse de s'agglomérer et de devenir compacte.

» Le creuset est placé dans un second creuset en terre réfractaire, un peu plus grand, dans un lit de brasque de noir de fumée qui l'enveloppe complètement. Ce second creuset est lui-même protégé par un troisième d'assez grande dimension, les espaces vides étant remplis de noir de fumée bien tassé.

» Dans ces conditions, on peut chauffer au rouge vif tout le système, pendant plusieurs heures, sans que le creuset interne en charbon de cornue soit le moins du monde attaqué par des gaz oxydants.

» Mes nouvelles expériences ont été faites à une température moins élevée que les premières et qui n'atteignait pas le rouge blanc éblouissant, mais seulement le rouge vif.

» Au bout de quelques heures, tout le silicium est attaqué; la masse introduite dans le creuset, de façon à le remplir presque entièrement, reste

friable et se détache facilement des parois du creuset en charbon qui restent polies et ne paraissent avoir subi aucune altération.

» On connaît le poids du creuset vide, le poids et la composition du mélange, le poids du creuset avec le mélange, ce qui permet de constater après expérience : 1° que le creuset n'a pas sensiblement changé de poids; 2° que le creuset avec la matière a subi une augmentation de poids correspondant à peu près à la moitié de celui du silicium employé. Voici du reste les résultats numériques trouvés :

	I.	II.	III.
	gr	gr	gr
Tare du creuset vide avant	15,802	15,862	»
Tare du creuset avec le mélange	5,955	6,991	»
Tare du creuset avec le mélange après sept heures de calcination au rouge vif	3,709	4,590	»
Tare du creuset vide après l'expérience	15,862	15,797	»
Poids du mélange employé	9,847	8,871	16,2
Composition du mélange... { silicium	5,387	4,853	5,2
Composition du mélange... { silice	4,460	4,018	11,0
Augmentation de poids du creuset avec la matière	+ 2,246	+ 2,401	+ 2,2
Changement de poids du creuset vide	— 0,06	+ 0,065	+ 0,07

» La faible augmentation de poids éprouvée par le creuset de charbon s'explique par l'impossibilité d'enlever, sans l'entamer, une couche de composé carbosilicique qui s'incruste superficiellement. La masse, un peu frittée et verdâtre, retirée du creuset, est broyée; la potasse caustique en solution bouillante ne dégage pas d'hydrogène; il ne reste donc plus de silicium.

» Par une ébullition avec de l'acide fluorhydrique moyennement concentré, on dissout toute la silice, ainsi qu'un peu d'azoture de silicium, converti en fluorure d'ammonium et fluorure de silicium, sans dégagement d'hydrogène et dont la composition doit, par conséquent, répondre à la formule Az^4Si^3. Les $18^{gr},72$ de produit brut obtenu dans les expériences I et II réunies ont donné $0^{gr},504$ d'azote ammoniacal seulement, avec un résidu insoluble dans l'acide fluorhydrique concentré et chaud d'un poids égal à $7^{gr},03$, c'est-à-dire inférieur au poids du silicium total employé ($10^{gr},240$).

» L'azote ammoniacal trouvé ne correspond qu'à $0^{gr},75$ de silicium converti en azoture Si^3Az^4. Or, d'après l'analyse suivante, la partie insoluble dans l'acide fluorhydrique contient de 63 à 64 pour 100 de silicium,

et, par conséquent, les $7^{gr},03$ en renferment $4^{gr},49$. Ainsi, sur $10^{gr},240$ de silicium, $0^{gr},75$ environ ont été convertis en azoture Si^3Az^4, $4^{gr},5$ en résidu vert. Le reste, soit 5^{gr}, n'a pu être que transformé en produits solubles dans l'acide fluorhydrique et parmi lesquels figure de la silice.

» Il résulte de là que le carbone du composé carbosilicique a été fourni non par le creuset qui n'est pas attaqué, mais par l'oxyde de carbone qui est réduit au rouge vif par le silicium.

» L'analyse du résidu vert clair que laisse le traitement fluorhydrique a été faite de la manière suivante :

» 1° On a chauffé dans un creuset en argent un poids connu du produit avec de l'hydrate de potasse pure, amené à fusion tranquille. L'attaque se fait avec incandescence et dégagement d'hydrogène. La masse reproduite est dissoute dans l'eau, filtrée pour séparer de l'oxyde d'argent, neutralisée par un excès d'acide chlorhydrique et évaporée à sec, puis légèrement calcinée. La silice devenue insoluble est lavée et dosée. Comme contrôle, on fait une expérience à blanc et l'on déduit du poids de la silice trouvée celle qui répond à la potasse employée.

» $0^{gr},2515$ de produit fondu au rouge avec KOH pure ont donné $0^{gr},353$ de silice qui se réduit à $0^{gr},341$ de silice, déduction faite de celle apportée par la potasse. Ce nombre correspond à $63^{gr},2$ pour 100 de silicium.

» D'autre part, on chauffe au rouge sombre dans une nacelle en porcelaine contenant la matière et placée dans un tube en verre de Bohême un poids connu de matière dans un courant de chlore pur, exempt d'air et absolument sec. Le silicium se combine au chlore avec incandescence et production de chlorure de silicium qui distille et que l'on recueille dans de l'eau.

» Le dosage de la silice formée par la décomposition du chlorure de silicium sert de contrôle et prouve que la perte éprouvée par le produit, sous l'influence du chlore, est due à l'élimination de silicium seulement.

» L'action étant terminée, et le chlore cessant d'être absorbé, on laisse refroidir dans le courant de chlore, puis on chauffe la masse dans un courant d'azote pur et sec afin de chasser le chlore condensé dans le résidu, et l'on pèse.

» Le résidu est noir, pulvérulent et en grande partie formé par du carbone divisé que l'on dose facilement en le brûlant dans l'oxygène et en déterminant la perte résultante ou en pesant l'acide carbonique formé.

» En opérant avec les précautions indiquées, la perte totale éprouvée par le produit et due à l'élimination successive du silicium et du carbone

s'élève à 80 pour 100 environ. On trouve de plus que les deux éléments sont exactement dans le rapport des poids atomiques.

» Le résidu dans la nacelle offre l'apparence du produit initial dont il ne diffère que parce qu'il est beaucoup moins attaquable par le chlore. On parvient, cependant, à le résoudre encore en partie en silicium et en carbone, en faisant agir le chlore à une température plus élevée, au rouge vif. $0^{gr},2261$ de ce résidu ont fourni ainsi $0^{gr},1205$ de silicium à l'état de chlorure et 0,049 de carbone libre.

» Ces nombres répondent aussi au rapport SiC.

» Il est resté $0^{gr},057$ de résidu non attaqué et qu'une nouvelle calcination dans le chlore ne modifie plus.

» En résumé, la majeure partie de la masse résultant de l'opération traitée par l'acide fluorhydrique est constituée par un carbure de silicium SiC, pulvérulent, de couleur vert clair, inattaquable par la potasse en solution bouillante et par l'acide fluorhydrique, infusible et fixe. Ce produit, formé par l'action du silicium sur l'oxyde de carbone, au rouge vif, a fourni à une température plus élevée, au rouge blanc, l'oxycarbure SiCO que nous avons décrit auparavant, en s'unissant à l'oxygène fourni par l'acide carbonique. »

PHYSIQUE. — *Sur la détermination de la densité des gaz liquéfiés et de leurs vapeurs saturées. — Éléments du point critique de l'acide carbonique;* par M. **E.-H. Amagat.**

« L'une des méthodes employées pour déterminer la densité de vapeur des gaz liquéfiés consiste à estimer dans la tige graduée du tube à pression le volume occupé par le fluide au moment où, par suite d'une variation très lente de pression, on voit soit apparaître la première trace de liquide, soit disparaître la dernière trace de celui qui s'était formé. Les nombreuses observations que j'ai faites m'ont montré qu'il est extrêmement difficile de saisir avec certitude le moment exact de l'apparition ou de la disparition.

» Il est encore plus difficile de déduire la densité du gaz liquéfié du volume qu'il occupe au moment où la dernière bulle de vapeur disparaît; il suffit, en effet, d'une trace d'air absolument insignifiante pour retarder de beaucoup ce point de liquéfaction totale qui correspond toujours à une pression notablement supérieure à la tension maxima.

» Pour se mettre complètement à l'abri des retards relatifs aux changements d'état, il importe de n'opérer que sur des corps qui sont à l'état

d'équilibre normal, comme cela a lieu, après un temps suffisant, quand le liquide et la vapeur sont l'un et l'autre en quantités suffisantes; la méthode que j'indiquerai plus loin, et dans laquelle cette condition est réalisée, peut conduire à de très bons résultats. Je l'ai appliquée seulement à l'acide carbonique; les circonstances ne m'ayant pas permis de donner à ces recherches le développement que j'avais projeté, je ne crois pas devoir différer plus longtemps la publication de résultats obtenus depuis près de deux ans et que j'ai, du reste, communiqués déjà en partie à un grand nombre de personnes.

» Voici comment j'ai opéré : on liquéfie d'abord une partie du gaz de manière que le volume du liquide soit, par exemple, le dixième de celui de la vapeur et, quand l'équilibre est parfaitement établi, on fait la lecture des deux volumes; on pousse alors la liquéfaction de manière à tripler ou quadrupler la quantité du liquide, et l'on mesure de même les nouveaux volumes.

» Si ΔV et $\Delta V'$ sont l'augmentation du volume du liquide et la diminution du volume de vapeur quand on passe du premier équilibre au second, on a évidemment, D et D' étant les densités sous les deux états :

$$\frac{\Delta V}{\Delta V'} = \frac{D'}{D}.$$

» D'autre part, si V et V' sont les volumes du liquide et de la vapeur pendant l'un des deux équilibres, on aura évidemment encore

$$VD + V'D' = P,$$

P étant le poids du gaz sur lequel on opère, d'où l'on déduit D et D'.

» Laissant de côté divers détails, notamment en ce qui concerne l'obtention des températures constantes, je dirai seulement qu'il a été tenu compte dans l'estimation des volumes de la forme que prennent les ménisques aux différentes températures; on remarquera, du reste, que cette correction n'intéresse point le calcul du *rapport* des densités; elle s'élimine dans la détermination de ΔV et $\Delta V'$.

» La difficulté des déterminations croît très rapidement quand on s'approche du point critique; l'instabilité de la matière finit par devenir telle qu'on ne peut plus arriver à obtenir une position fixe du ménisque. J'ai observé dans ces essais diverses apparences qui, je crois, n'ont pas encore été signalées et que j'indiquerai rapidement.

» Il peut arriver qu'en comprimant lentement, le ménisque disparaisse à une température notablement inférieure à celle du point critique, à

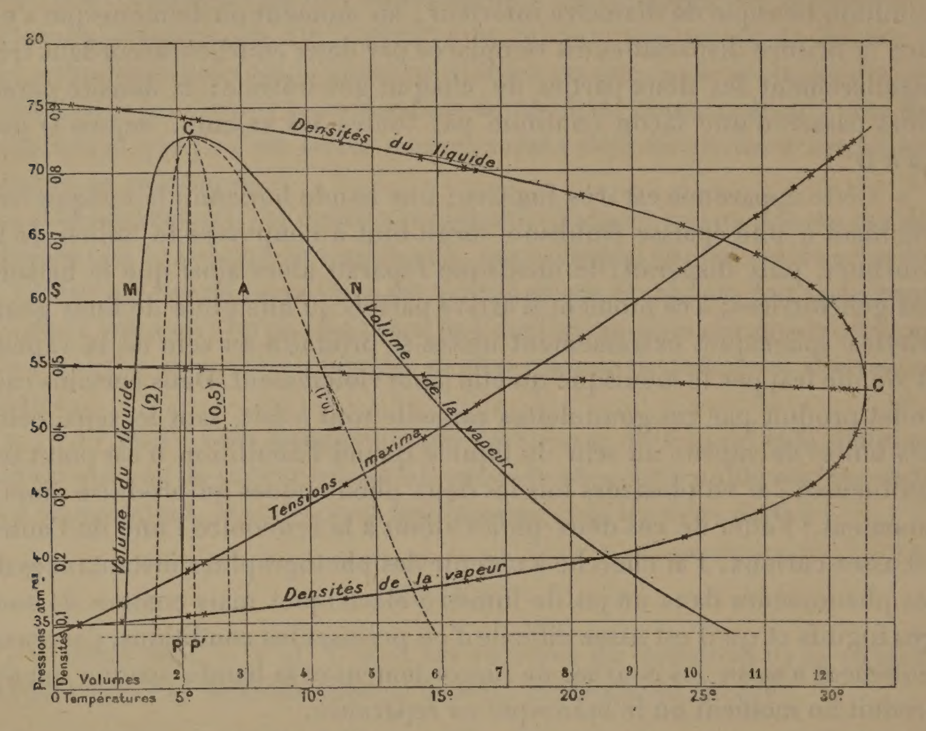
$30°,5$ par exemple ; tant que le ménisque existe, les génératrices intérieures du tube paraissent brisées à son niveau (le ménisque est, ici, plan) à cause de la différence des indices, de manière à produire l'apparence d'une diminution brusque de diamètre intérieur; au moment où le ménisque s'efface la brisure disparaît et est remplacée par deux courbes raccordant très régulièrement les deux parties de chaque génératrice; la densité paraît alors passer d'une façon continue par toutes les valeurs, depuis D jusqu'à D'.

» Cette apparence est très fugitive; une bande horizontale opaque ressemblant à une épaisse émulsion surgit tout à coup vers le milieu de la courbure, puis disparaît; le ménisque reparaît alors ainsi que la brisure des génératrices; à ce moment il arrive parfois qu'une pluie de fines gouttelettes sphériques extrêmement nettes se produise au sein de la vapeur et vienne frapper le ménisque qu'elle agite violemment. Dans certains cas, l'effet produit par ces gouttelettes rappelle tout à fait, sauf le sens, celui des bulles de vapeur au sein du liquide quand l'ébullition n'est point tumultueuse; j'ai vu plusieurs fois les deux phénomènes se produire simultanément : l'effet de ces deux pluies allant à la rencontre l'une de l'autre est assez curieux. J'ai cherché à obtenir des photographies instantanées de ces phénomènes dans un jet de lumière électrique, mais comme ils sont très fugitifs et qu'il est assez difficile d'en préciser les conditions, j'ai réussi seulement à saisir les courbes de raccordement et la bande opaque qui s'y produit au moment où le ménisque va reparaître.

» Ces faits peuvent donner une idée des difficultés que présentent les mesures quand on arrive à quelques dixièmes de degré du point critique; les expérimentateurs, du reste, se sont en général arrêtés à une distance assez notable de ce point; j'ai pu cependant arriver jusqu'à $31°,00$ dans de bonnes conditions de régularité.

» J'ai d'abord représenté les résultats par une courbe obtenue en portant les températures en abscisses et sur les ordonnées les deux densités correspondantes; cette courbe, ainsi qu'on le voit sur le diagramme ci-contre, a, comme celle de MM. Cailletet et Mathias, sensiblement l'aspect général d'une parabole à diamètre légèrement incliné sur l'axe des températures, le lieu du milieu des cordes est rigoureusement rectiligne, le sommet de la courbe est beaucoup plus applati que celui d'une parabole proprement dite, ce qui correspond, en approchant de la température critique, à un rapprochement extrêmement rapide des valeurs des deux densités ; comme les mesures ont été poursuivies jusqu'à quelques dixièmes de degré de cette température, il est facile de voir que les deux branches

de courbe tendent nettement à se raccorder; on peut faire ce raccordement avec beaucoup de précision. On voit sur le même diagramme la courbe des tensions de vapeur avec les mêmes températures en abscisses et



les pressions en ordonnées, de sorte que l'intersection de cette courbe par l'ordonnée du point de raccordement donne de suite la pression critique.

» On trouve ainsi pour les éléments du point critique

$$T = 31^{\circ},35, \qquad H = 72^{\text{atm}},9, \qquad D = 0,464.$$

» J'ai ensuite représenté les mêmes résultats au moyen d'une courbe de liquéfaction analogue à celle résultant du diagramme d'Andrews (pressions en ordonnées et volumes en abscisses); on voit qu'elle est, de même que les deux premières, parfaitement régulière. Considérons l'une des cordes horizontales MN de cette courbe; cette corde appartient à l'une des isothermes, c'est la partie correspondante à la liquéfaction; les abscisses de M et N sont les deux volumes spécifiques, les segments AN et AM sont dans le rapport des poids du liquide et de la vapeur : le rapport du volume de la partie liquéfiée à celle restée gazeuse est par suite $\frac{AN}{AM}\frac{SM}{SN}$; on peut donc déterminer le point A de telle sorte que ce rapport

ait une valeur donnée, et, en faisant de même pour un nombre suffisant de cordes (soit de températures) obtenir le lieu de ces points, je suis arrivé à ce résultat extrêmement simple que : le lieu des points pour lesquels les volumes de vapeur et de liquide sont égaux est rigoureusement une ligne droite presque perpendiculaire à l'axe des abscisses; par suite le volume total varie très peu : il serait rigoureusement constant et égal au volume critique si la droite était tout à fait perpendiculaire.

» Les courbes ponctuées portant les indications (2), (0,5), (0,1) sont les lieux correspondants aux rapports représentés par ces nombres; elles aboutissent toutes, bien entendu, au point C représentatif de l'état critique; il est facile de voir que le lieu CP' qui aboutirait à l'abscisse du point C ne différerait pas pratiquement d'une ligne droite normale à l'axe des abscisses; pour le rapport correspondant qui est sensiblement égal à 0,8, le volume total serait donc invariable; si un tube de Natterer était rempli dans ces conditions, son ménisque conserverait donc une position fixe à toutes les températures : il suffirait pour cela qu'il contienne un poids d'acide carbonique égal à l'unité sous un volume égal au volume spécifique critique.

» Voici maintenant le Tableau résumant mes résultats; il donne à toutes les températures depuis zéro les deux densités et la tension maxima.

T.	Densité du liquide.	Densité de la vapeur.	Tension maxima.	T.	Densité du liquide	Densité de la vapeur.	Tension maxima.
°			atm	°			atm
0	0,914	0,096	34,3	18	0,786	0,176	53,8
1	0,910	0,099	35,2	19	0,776	0,183	55,0
2	0,906	0,103	36,1	20	0,766	0,190	56,3
3	0,900	0,106	37,0	21	0,755	0,199	57,6
4	0,894	0,110	38,0	22	0,743	0,208	59,0
5	0,888	0,114	39,0	23	0,731	0,217	60,4
6	0,882	0,117	40,0	24	0,717	0,228	61,8
7	0,876	0,121	41,0	25	0,703	0,240	63,3
8	0,869	0,125	42,0	26	0,688	0,252	64,7
9	0,863	0,129	43,1	27	0,671	0,266	66,2
10	0,856	0,133	44,2	28	0,653	0,282	67,7
11	0,848	0,137	45,3	29	0,630	0,303	69,2
12	0,841	0,142	46,4	30	0,598	0,334	70,7
13	0,831	0,147	47,5	30,50	0,574	0,356	71,5
14	0,822	0,152	48,7	31,0	0,536	0,392	72,3
15	0,814	0,158	50,0	31,25	0,497	0,422	72,8
16	0,804	0,164	51,2	31,35	0,464	0,464	72,9
17	0,796	0,170	52,4				

» La température et la pression critique données plus haut sont un peu plus faibles que celles qu'avait déduites M. Sarrau de mes expériences de 1880, mais il faut remarquer que, dans ces expériences, l'unité de volume n'avait pas été spécifiée, ce qui, nécessairement, a dû entraîner un peu d'incertitude dans les calculs; d'autre part, dans les expériences actuelles, le gaz était beaucoup plus pur : essayé à la potasse dans le tube même où il avait été étudié, il n'a laissé qu'un résidu inférieur à $\frac{1}{4000}$, ce qui n'a pu que diminuer la valeur des constantes en question. »

NOMINATIONS.

L'Académie procède, par la voie du scrutin, à la nomination d'un Membre pour la Section de Médecine et de Chirurgie, en remplacement de feu M. *Richet*.

Au premier tour de scrutin, le nombre des votants étant 62,

M. Guyon obtient	34 suffrages.
M. Lannelongue.	28 »

M. **Guyon**, ayant obtenu la majorité absolue des suffrages, est proclamé élu.

Sa nomination sera soumise à l'approbation du Président de la République.

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

M. **J. Buffard** adresse à l'Académie, par l'entremise de M. le Ministre du Commerce et de l'Industrie, un nouvel appareil pour l'essai des alcools, auquel il donne le nom de « Microalcoomètre ».

L'appareil et la Note explicative qui l'accompagne sont renvoyés à l'examen de la Commission chargée de l'étude des questions qui se rapportent à l'alcool chimiquement pur.

M. **Augustin Coret** soumet au jugement de l'Académie un travail ayant pour titre : « Mémoire descriptif d'un instrument appelé *héliorascope*, pouvant indiquer l'heure vraie, l'heure moyenne et l'heure légale ».

(Commissaires : MM. Faye, Lœwy.)

CORRESPONDANCE.

M. **Laussedat** prie l'Académie de vouloir bien le comprendre parmi les candidats à la place d'Académicien libre laissée vacante par le décès de M. *Léon Lalanne*.

M. **de Romilly** adresse à l'Académie la même demande.

(Renvoi à la Commission.)

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Un « Traité général de la Vigne et des Vins », par M. *Émile Viard*.

2° Un Ouvrage de M. *Biélawski* ayant pour titre : « Les tourbières et la tourbe ».

ASTRONOMIE. — *Observation de l'éclipse partielle de Lune du* 11-12 *mai* 1892; par MM. **Codde**, **Guérin**, **Nègre**, **Zielke**, **Valette** et **Léotard** (1).

« Cet intéressant phénomène céleste a été observable dans de bonnes conditions, aux heures annoncées : entrée de l'ombre $9^h 20^m$, milieu de l'éclipse $11^h 3^m$, sortie de l'ombre $0^h 46^m$.

» L'ombre entre sur le disque lunaire au sud de Grimaldi, répandant sur la Lune une teinte d'un gris bleu cendré qui ne tarde pas à se colorer en rougeâtre, surtout au bord de la Lune, qui reste bien visible.

» A $9^h 43^m$, Platon et Copernic entrent dans l'ombre, au milieu de laquelle brille encore Képler. Le bord de l'ombre restant bleuâtre, la partie éclipsée de la Lune est d'un jaune rougeâtre ou d'un rose ocreux; cette portion cachée du disque est claire et les principaux détails topographiques y sont bien visibles. Avec un plus fort grossissement, l'ombre paraît plus sombre et à peine rougeâtre.

» Vers $10^h 20^m$, l'ombre traverse Tycho. La teinte rougeâtre s'avance sur la Lune, venant du centre du cône d'ombre, et elle s'accentue de plus en plus. A $10^h 25^m$, une très belle étoile filante sillonne le ciel, de la Lune à α Serpent, soit sur un parcours d'environ 20°.

---

(1) Observatoire de la Société scientifique Flammarion de Marseille.

» A $10^h 50^m$, le bord de l'ombre forme au sud-est une large zone d'un gris bleu très clair, tandis qu'au nord-ouest, se déplaçant de l'ouest à l'est, s'étend une teinte orangée assez claire, puis plus rougeâtre.

» Le pourtour de la Lune est bien visible, tandis que la région centrale demeure plus foncée.

» C'est après le maximum que la Lune paraît le plus sombre, et elle reste moins claire pendant la phase de sortie que durant celle d'entrée.

» L'observation a été faite avec une lunette de 160^{mm}, ayant un grossissement égal à 30. »

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la théorie des fonctions fuchsiennes.* Note de M. L. **Schlesinger**, présentée par M. Poincaré.

« Dans un Mémoire inséré au tome 105 du *Journal de Crelle*, j'ai démontré, en suivant la voie ouverte par M. Poincaré dans son admirable Mémoire du tome IV des *Acta mathematica*, que les fonctions fuchsiennes symétriques de la deuxième famille peuvent être considérées comme les limites de certaines fonctions algébriques, correspondant à une série de sous-groupes du groupe desdites fonctions. Je me propose de généraliser ce mode de génération au cas des fonctions fuchsiennes du genre zéro, mais d'ailleurs quelconques, et je commence par considérer un groupe E de substitutions linéaires, composé de n substitutions fondamentales S_1, S_2, ..., S_n, entre lesquelles il n'existe point de relation. Il s'agit de former une série de sous-groupes du groupe E, devenant toujours plus étroits, de manière que la limite de ces sous-groupes soit la substitution identique. Soit donc E_1 le groupe composé des substitutions

$$S_k^3, \quad S_k S_\lambda S_k, \quad S_k S_\lambda^{-1} S_k; \qquad k, \lambda = 1, 2, \ldots, n; \quad k \gtrless \lambda,$$

et désignons ces substitutions écrites dans l'ordre suivant

$$\ldots, \quad S_k S_{k+1}^{-1} S_k, \quad \ldots, \quad S_k S_1^{-1} S_k, \quad S_k S_1 S_k, \quad \ldots, \quad S_k S_n S_k, \quad S_k S_n^{-1} S_k, \quad \ldots,$$
$$S_k S_{k-1}^{-1} S_k, \quad \ldots; \qquad k = 1, 2, 3, \ldots,$$

par $S_1^{(1)}, \ldots, S_{n_1}^{(1)}$, où $n_1 = n(2n-1)$.

» Soit

$$U = S_{k_1}^{\lambda_{k_1}} S_{k_2}^{\lambda_{k_2}} \ldots S_{k_p}^{\lambda_{k_p}} \qquad (k_i \gtrless k_{i-1}, \; i = 2, 3, \ldots, p)$$

une substitution quelconque du groupe E et posons

$$\operatorname{ind}_0 U = \sum_{i=1}^{p} |\lambda_{k_i}|.$$

» Alors on démontre facilement, à l'aide de la méthode que j'ai indiquée dans mon Mémoire cité (p. 206), que

$$U = U^{(1)} S_k^{\pm 1},$$

où $U^{(1)}$ représente une substitution appartenant au groupe E_1, k un certain des nombres 0, 1, ..., n, ($S_0 = 1$), et que

$$\operatorname{ind}_1 U^{(1)} < \operatorname{ind}_0 U,$$

si

$$U^{(1)} = \prod_{i=1,2,\ldots,p_1} (S_{k_i}^{(1)})^{\lambda_{k_i}^{(1)}}, \quad k_i \gtrless k_{i-1},$$

et quand on pose

$$\operatorname{ind}_1 U^{(1)} = \sum_{i=1}^{p_1} |\lambda_{k_i}^{(1)}|.$$

» On aura donc $E = E_1 P_1$, étant

$$P_1 = (1, S_1, \ldots, S_n, S_n^{-1}, \ldots, S_1^{-1}),$$

c'est-à-dire que E_1 est sous-groupe d'*indice fini* du groupe E. Formons maintenant un sous-groupe E_2 du groupe E_1 de la même manière dont ce dernier a été formé de E et continuons ce procédé jusqu'à parvenir à un groupe E_λ composé des substitutions

$$S_k^{(\lambda)}, \quad k = 1, \ldots, n_\lambda, \quad n_\lambda = n_{\lambda-1}(2n_{\lambda-1} - 1).$$

Alors

$$E_{\lambda-1} = E_\lambda P_\lambda,$$

où

$$P_\lambda = [1, S_1^{(\lambda-1)}, \ldots, S_{n_{\lambda-1}}^{(\lambda-1)}, (S_{n_{\lambda-1}}^{(\lambda-1)})^{-1}, \ldots, (S_1^{(\lambda-1)})^{-1}],$$

et

$$E = E_\lambda P_\lambda P_{\lambda-1} \ldots P_1;$$

donc chaque substitution U du groupe E pourra être mise sous la forme

$$U = U^{(\lambda)} \prod_{i=\lambda-1, \lambda-2, \ldots, 1, 0} (S_{k_i}^{(i)})^{\pm 1}, \qquad (S_0^{(i)} = i, S_k^{(0)} = S_k),$$

où l'on désigne par k_i un certain des nombres 0, 1, ..., n_i, par $U^{(\lambda)}$ une substitution du groupe E_λ.

» En introduisant le symbole $\text{ind}_\lambda U^{(\lambda)}$ à l'instar des symboles $\text{ind}_0 U$, $\text{ind}_1 U^{(1)}$, on a d'ailleurs

$$\text{ind}_\lambda U^{(\lambda)} < \text{ind}_0 U - \lambda + 1;$$

on pourra donc, quel que soit l'indice $\text{ind}_0 U$ d'une substitution U de E, assigner un nombre λ si grand, que U soit contenue parmi les substitutions de

$$Q_\lambda = P_\lambda P_{\lambda-1} \dots P_1.$$

» Il s'ensuit que

$$\lim_{\lambda=\infty} Q_\lambda = E,$$

et par conséquent que pour chaque p entier positif

$$\lim_{\lambda=\infty} E_\lambda = \lim_{\lambda=\infty} E_{\lambda+p} = 1. »$$

GÉOMÉTRIE INFINITÉSIMALE. — *Sur les relations qui existent entre les éléments infinitésimaux de deux surfaces polaires réciproques.* Note de M. **Alphonse Demoulin**, présentée par M. Darboux.

« 1. Soit (Σ) une surface quelconque et (σ) sa polaire réciproque par rapport à une sphère de rayon k. A tout point A, pris sur (Σ), correspond, sur (σ), un point a, pôle du plan tangent en A, par rapport à la sphère directrice. Appelons :

R_1, R_2 les rayons de courbure principaux de la surface (Σ) au point A;
r_1, r_2 les rayons de courbure principaux de la surface (σ) au point a;
φ l'angle des normales aux points A et a.

» Ces différentes quantités ont entre elles la relation

$$R_1 R_2 r_1 r_2 \cos^4\varphi = k^4.$$

Cette relation est la seule qui puisse exister entre R_1, R_2, r_1, r_2 et φ.

» 2. Soient :

(Γ) une courbe gauche et (γ) l'arête de rebroussement de la surface développable, polaire réciproque de la courbe (Γ);
A un point pris sur (Γ) et a le point qui lui correspond sur (γ);

T le rayon de torsion de (Γ) en A et t le rayon de torsion de (γ) en a; φ l'angle des plans osculateurs aux points A et a.

On a

$$\mathrm{T}t\cos^2\varphi = k^2.$$

» 3. Conservons les notations du n° 1 et appelons (Δ) la droite d'intersection des plans tangents aux points A et a. Soit U l'angle que la droite (Δ) fait avec la tangente au point A à l'une des lignes de courbure de (Σ) passant par ce point : celle qui est relative à R_1, par exemple. Soit, de même, u l'angle de (Δ) et de la tangente, en a, à la ligne de courbure relative à r_1. On a

$$\frac{R_1 - R_2}{\sqrt{R_1 R_2}} \sin 2\mathrm{U} = \frac{r_1 - r_2}{\sqrt{r_1 r_2}} \sin 2u.$$

» 4. Les formules suivantes permettent de déduire des éléments qui caractérisent la courbure de la surface (Σ), au point A, la somme des rayons de courbure principaux de la surface (σ), au point a, et la somme des inverses de ces rayons

$$r_1 + r_2 = \frac{k^2}{\cos^3\varphi}\left[\sin^2\mathrm{U}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{\cos^2\varphi}{R_2}\right) + \cos^2\mathrm{U}\left(\frac{\cos^2\varphi}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\right],$$

$$k^2\left(\frac{1}{r_1} + \frac{1}{r_2}\right) = \cos\varphi\left[\sin^2\mathrm{U}\,(R_1\cos^2\varphi + R_2) + \cos^2\mathrm{U}\,(R_1 + R_2\cos^2\varphi)\right].$$

» 5. En combinant ces formules avec un théorème de Liouville, concernant les surfaces algébriques, on obtient cette propriété :

» Soient, en l'un quelconque des points communs à une droite (D) et à une surface algébrique (Σ),

φ l'angle de (D) et de la normale à (Σ),
R_1, R_2 les rayons de courbure principaux,
U l'angle que la tangente à la ligne de courbure relative à R_1 fait avec la perpendiculaire au plan de (D) et de la normale.

» On a

$$\sum\left[\sin^2\mathrm{U}\,(R_1\cos^2\varphi + R_2) + \cos^2\mathrm{U}\,(R_1 + R_2\cos^2\varphi)\right]\cos\varphi = 0,$$

$$\sum\left[\sin^2\mathrm{U}\left(\frac{1}{R_1} + \frac{\cos^2\varphi}{R_2}\right) + \cos^2\mathrm{U}\left(\frac{\cos^2\varphi}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)\right]\frac{1}{\cos^3\varphi} = 0,$$

chacun des signes sommatoires s'étendant à tous les points en question.

» 6. Dans le cas des surfaces développables, ce théorème se simplifie beaucoup et peut être énoncé comme il suit :

» *En un des points communs à une sécante* (D) *et à une développable algébrique* (Σ), *soient* R *le rayon de courbure principal,* ϖ *et* φ *les angles que la droite* (D) *fait respectivement avec la génératrice et la normale. On a*

$$\sum \frac{\sin^2 \varpi}{R \cos^3 \varphi} = 0.$$

» 7. Le théorème précédent permet d'établir plusieurs propriétés infinitésimales des cubiques gauches et des biquadratiques gauches de première espèce. Parmi ces propriétés nous citerons la suivante :

» Soient A un point quelconque d'une cubique gauche; AT_a, ω_a, τ_a respectivement la tangente, le plan osculateur et le rayon de torsion en ce point. Employons des notations analogues pour un autre point B, pris sur la courbe. Cela posé, on a

$$\tau_a \frac{\sin^3(BA, \omega_a)}{\sin(\omega_a, BAT_a)} = \tau_b \frac{\sin^3(AB, \omega_b)}{\sin(\omega_b, ABT_b)},$$

(BA, ω_a) désignant l'angle que la droite BA fait avec le plan ω_a et (ω_a, BAT_a) l'angle des ω_a et BAT_a. »

MÉCANIQUE ANALYTIQUE. — *Sur les transformations en Mécanique.* Note de M. **Paul Painlevé**, présentée par M. Darboux.

« Dans une Communication antérieure (voir *Comptes rendus*, 11 avril 1892), je me suis occupé du problème suivant :

» *Étant donné un système d'équation de Lagrange*

$$(A)\quad \frac{d}{dt}\left(\frac{\partial T}{\partial q'_i}\right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} = Q_i(q_1, \ldots, q_k), \qquad q'_i = \frac{dq_i}{dt} \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

former tous les systèmes d'équations

$$(B)\quad \frac{d}{dt_i}\left(\frac{\partial T'}{\partial r'_i}\right) - \frac{\partial T'}{\partial r_i} = Q'_i(r_1, \ldots, r_k), \qquad r'_i = \frac{dr_i}{dt} \qquad (i = 1, 2, \ldots, k),$$

tels que les relations entre les r_i *définies par* (B) *se déduisent des relations entre les* q_i *définies par* (A) *par un changement de variables*

$$(C)\qquad q_i = \varphi_i(r_1, \ldots, r_k).$$

» Je me propose ici d'ajouter quelques remarques relatives à ce problème.

» Si T est quelconque, toutes les équations (B) se déduisent de (A) par la transformation (C) la plus générale, après qu'on a fait $t = t_1$ et remplacé T par CT, Q_i par αQ_i, ou encore T par $C(U + h)T$, U par $\frac{\alpha}{U+h}$ s'il y a une fonction de forces U. Quand il existe des systèmes (B), soit (B'), qui se déduisent de (A) par d'autres substitutions, il convient de distinguer deux cas : $\frac{dt}{dt_1}$ peut être une simple fonction des r_i, ou une fonction du second degré des r'_i. Pour qu'on passe de (A) à (B') par une transformation de l'une ou de l'autre espèce, il faut et il suffit que certains *invariants* de (A) et de (B) [relatifs à la substitution (C)] soient égaux : ces égalités, si la transformation est de seconde espèce, entraînent entre les invariants de (A) [par suite de (B)] certaines relations, d'où il résulte que le problème admet une intégrale du second degré différente de celle des forces vives; *a fortiori*, il existe entre les invariants de T des relations entraînant l'existence d'une intégrale du second degré pour le problème des géodésiques. Si la transformation est de première espèce, les égalités analogues se divisent en deux groupes : le premier porte sur les invariants de T et de T' et exprime que (B) est encore un système transformé de (A) quand on annule les Q_i, Q'_i; ces premières égalités entraînent entre les invariants de chacune des formes T et T' des relations suffisantes pour que le problème des géodésiques admette des intégrales du second degré; d'après un théorème de M. R. Liouville sur lequel nous reviendrons, ces intégrales forment en général un système complet. Le second groupe d'égalités détermine les Q'_i en fonction des Q_i.

» Quand on se donne les deux systèmes (A) et (B), les substitutions (C), qui, jointes au changement de variable $dt = \lambda\, dt_1$, transforment (A) en (B), s'obtiennent par de simples éliminations, à moins que les relations entre les r_i (par suite entre les q_i) n'admettent un groupe continu de transformations : auquel cas les φ_i et λ dépendent d'équations différentielles qui admettent le même groupe.

» Les groupes continus qui n'altèrent pas les relations qu'un système (A) définit entre les q_i se divisent en trois classes qu'on peut caractériser ainsi : 1° les transformations infinitésimales du groupe transformant T en $(1 + \varepsilon)T$, ε désignant une constante (on suppose que dans T on remplace q'_i par dq_i); 2° il existe une fonction de forces $U = \frac{1}{V}$, et les

transformations infinitésimales transforment à la fois

$$T = V\Theta \quad \text{en} \quad T' = (1 + \varepsilon)(V + \eta)\Theta, \qquad \text{et} \qquad V \quad \text{en} \quad (1 + \varepsilon')(V + \eta),$$

ε, ε', η désignant des constantes; 3° les transformations infinitésimales ne rentrent pas toutes dans les précédentes. Les groupes de la troisième classe peuvent admettre des sous-groupes de la première ou de la deuxième classe. Quand il existe un groupe de la troisième classe, il existe des équations (B') correspondant à (A), et comme la correspondance entre (A) et (B') est soit de la première, soit de la seconde espèce, les groupes de la troisième classe forment deux catégories; si le groupe est de la deuxième catégorie, les équations (A) admettent une intégrale du second degré distincte de celle des forces vives; s'il est de la première, le problème des géodésiques relatif à A admet un système d'intégrales du second degré.

» Ce qui précède montre l'importance des invariants de T et de T'; l'étude de ces invariants se rattache aux travaux de M. Beltrami ainsi qu'à ceux de M. R. Liouville sur les équations du deuxième ordre. Dans une Note récente (*Bulletin de la Société mathématique*, 15 mars), M. Appell annonce une théorie de ces invariants; cette Note renferme la démonstration d'un théorème énoncé précédemment par l'auteur : *Si, quels que soient les* Q_i, *on peut passer de* (A) *à un système* (B') *par la transformation* $q_i = \varphi_i(\ldots r_i \ldots)$, $dt = \lambda(\ldots r_i \ldots)\, dt_2$, *les* Q'_i *s'annulent en même temps que les* Q_i. Nous avons rencontré ce théorème sous une forme un peu plus générale, comme réciproque d'une de nos propositions :

» Si la correspondance a lieu *pour un certain système de* Q_i, elle subsiste quand on annule les Q_i, Q'_i. Le théorème ainsi énoncé résulte d'ailleurs de la démonstration de M. Appell.

» Dans une Note du 25 avril dernier, M. R. Liouville est revenu sur le problème des géodésiques et a montré que, *les* Q_i, Q'_i *étant nuls,* s'il existe un système (B'), il en existe une infinité auxquels correspond, en général, un système complet d'intégrales du second degré. Mais il n'en faut pas conclure que ce remarquable théorème s'applique au cas où il y a des forces, *lors même que ces forces dérivent d'un potentiel* U : il peut exister des systèmes (B') sans que (A) admette d'autre intégrale du second degré que celle des forces vives. Il est loisible, il est vrai, de substituer aux équations (A) les équations (α) du mouvement *sans forces* d'un système dont la demi-force vive $T = (U + h)T$. A quelles conditions ce système (α) admet-il, quel que soit h, des transformés tels que (B'), soit (β'), où les Q'_i sont nuls? Tel est le problème que résout M. Liouville. Ce problème

est essentiellement distinct de celui que nous traitons : quand les deux problèmes ont des solutions en même temps, ce qui n'a pas lieu en général, il n'y a aucun rapport entre les équations (B') et les équations (β') *qui dépendent de h* et ne dérivent jamais d'un système d'équations de Lagrange indépendant de h comme (α) dérive de (A). Notamment, ce théorème, qu'il ne saurait exister de système (B') sans que le problème des géodésiques relatif à T admette une intégrale du second degré, n'est une conséquence de la méthode de M. Liouville *que si les* Q_i, Q'_i *sont nuls*. En définitive, les résultats de M. Liouville ne sont à rapprocher des miens qu'en ce qui concerne le problème généralisé des géodésiques. »

OPTIQUE PHYSIOLOGIQUE. — *Échelle physiologique de l'acuité visuelle. Applications à la photométrie et à la photo-esthésiométrie.* Note de M. **W. Nicati**, présentée par M. A. Cornu.

« Ce que l'on appelle communément avec Snellen *acuité visuelle* (V) n'est en réalité que l'inverse de l'angle visuel limite, et point une quantité physiologique. L'acuité physiologique (VS), c'est-à-dire la sensation correspondante à tel ou tel degré de l'angle limite, doit obéir à la loi psychophysique : elle est fonction du logarithme de l'angle limite.

» A. *Échelle de l'acuité physiologique.* — Nous avons choisi pour points de repère de notre échelle : l'angle visuel 1' pour VS = 1 et l'angle visuel = 10' pour VS = 0,1.

» L'angle visuel de 1' est la limite normale de la vue établie par les travaux déjà anciens des astronomes, c'est l'unité incontestée de l'acuité visuelle. Quant à l'angle de 10' pour représenter VS = 0,1, il est commandé par la dimension même de la fossette rétinienne centrale, lieu de la vision distincte. En effet, les mesures d'acuité visuelle étant effectuées à l'aide de signes alphabétiques ou autres dont les traits égalent en épaisseur et en écartement le cinquième de la hauteur et de la largeur (l'épaisseur des traits et leur écartement mesurant l'angle limite), les lignes pour l'angle de 10' recouvrent un champ de 50' qui est celui de la fossette centrale; 10' est donc bien le dernier terme d'une échelle graduée en dixièmes.

» Ces données ont servi à établir les deux progressions suivantes, exprimant l'une l'angle limite en progression géométrique, l'autre l'acuité physiologique correspondante en progression arithmétique, qui sont les élé-

ments de notre échelle :

V′ angle limite...	1′	1′,29	1′,67	2′,15	2′,78	3′,59	4′,64	6′	7′,74	10′
VS acuité........	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

» B. *Son emploi photométrique.* — VS représentant réellement une mesure de sensation doit, en vertu de la même loi de Fechner, être aussi en relation logarithmique avec l'intensité de l'éclairage.

» Appliquant à cette étude les principes photographiques de notre Note au dernier Congrès de l'Association pour l'avancement des Sciences et prenant pour unité le *photo*, c'est-à-dire « la lumière qui placée à 1^m du » test-objet donne strictement à la vision monoculaire d'un œil normal » l'angle visuel limite = 1′ », nous avons trouvé effectivement (1) :

Distance de la source lumineuse.	1^m		2^m		4^m		8^m		16^m	
Densité exprimée en photos.....	1	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{16}$	$\frac{1}{32}$	$\frac{1}{64}$	$\frac{1}{128}$	$\frac{1}{256}$	$\frac{1}{512}$
VS........................	1	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	0,1

d'où la conclusion : *l'acuité physiologique* VS étudiée par rapport à l'éclairage obéit à la loi de Fechner; elle *augmente et diminue suivant la progression arithmétique de raison* = 0,1 *alors que l'éclairage augmente ou diminue suivant la progression géométrique de raison* = 2.

» L'échelle qui mesure VS se trouve donc constituer aussi une échelle photométrique.

» Cette échelle pourrait être mise à profit par la photométrie usuelle, le photo équivalant très pratiquement à l'unité Carcel [l'étalon Carcel semble, en effet, n'avoir pas été choisi au hasard; il représente la bonne lampe à placer, au milieu de la table de famille, à 1^m environ de chacun des convives; il donne l'acuité visuelle entière dans ces conditions, non plus strictement mais largement, puisque la vision s'effectue avec les deux yeux et que voir avec les deux yeux équivaut à doubler l'éclairage (2)].

» Cette échelle permet en particulier de se rendre compte très rapidement de la distribution de l'éclairage dans les diverses parties d'une salle.

» L'usage photométrique de l'échelle exige comme opération préliminaire la correction de tous défauts de réfraction de l'œil observateur et le contrôle préalable de son acuité à l'aide de la lampe étalon. La netteté des

(1) Expériences faites au laboratoire de Physique de la Faculté des Sciences de Marseille avec l'obligeant concours de M. le professeur Macé de Lépinay.

(2) Congrès d'Ophtalmologie de 1885. Note de MM. Macé de Lépinay et Nicati.

impressions fournies par la même lampe doit servir de base et de point de comparaison.

» C. *Ses applications physiologiques.* — Appliquée en Physiologie, cette échelle permet d'abord une appréciation plus exacte de la fonction acuité visuelle.

» Elle est utilisable pratiquement dans l'estimation des pertes par accident : telle Compagnie d'assurance, qui doit par contrat une somme fixe pour la perte d'un œil, ne doit pas moitié de cette somme à l'œil dont l'angle limite est réduit à $2'$ (acuité de Snellen $= \frac{1}{2}$), mais bien seulement les $\frac{3}{10}$ ou même un peu moins.

» Elle permet surtout d'apprécier la sensation lumineuse par une donnée nouvelle qui est la *lumière vue*. Soit en effet VS trouvé inférieur à 1 pour un éclairage $= 1$, l'œil étant du reste de structure optique parfaite : le chiffre correspondant qui mesure l'éclairage pour l'œil sain mesure ici la quantité de lumière parvenue à la perception, la *lumière vue* LV.

» Soit encore à apprécier la perceptibilité relative pour les couleurs. On procédera comme il suit : trois verres, un rouge, un vert jaunâtre et un bleu correspondant le plus possible aux couleurs fondamentales sont tarés d'après la quantité de lumière qu'ils laissent passer à l'éclairage diurne $= 1$ photo, soit par exemple $\frac{1}{4}$. Tout œil normal usant de ces verres verra LV $= \frac{1}{4}$. Si LV est trouvé inférieur, par exemple $\frac{1}{64}$, la perceptibilité pour la couleur peut être exprimée par le rapport entre ces deux fractions LVR (rouge), LV Bl (bleu), LVJ (jaune) $= \frac{1}{64} = \frac{1}{16}$. (Il y a des raisons de croire que la couleur fondamentale médiane, vue isolément, est non pas verte, mais jaune, alors même qu'elle a son maximum dans la région verte du spectre, d'où l'expression (LVJ).

» La plus petite quantité de lumière perceptible, ou lumière limite *ll*, peut être appréciée par l'éloignement maximum auquel une lumière de 1 photo est encore reconnaissable. Cette distance étant inapplicable à nos laboratoires est remplacée par la disposition que voici : un tube de lunette de 1^{m} portant à ses deux extrémités un verre dépoli dont l'un, oculaire, de surface $= 1^{mmq}$ et l'autre, objectif, $= 1^{cmq}$ (la lunette peut être de moitié si la surface de l'objectif est réduite au quart). La limite de visibilité telle qu'elle nous est apparue est 1 photo placé à 1^{m}, soit : 1,6 trillionième de photo $\Big($objectif recevant d'après la formule $4\pi R^2$ de la surface des sphères $\frac{1}{125664}$ photo, oculaire recevant cent fois moins de cette dernière lumière $= \frac{1}{125\,664 \times 125\,664 \times 100} = \frac{1}{1,579 \times 10^{12}}\Big)$. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur une méthode de séparation des xylènes.* Note de M. J.-M. Crafts, présentée par M. Friedel.

« Un échantillon de xylène, provenant de l'usine à gaz de Paris et bouillant vers 138°-140°, a donné les résultats suivants par un procédé de séparation, qu'on décrira plus loin.

	Analyses I. Pour 100.	Analyses II. Pour 100.
Hydrocarbure insoluble	2,0	2,0
Métaxylène	54,4	54,9
Paraxylène	»	11,3
Ortho- et paraxylène	»	18,4
Éthylbenzène	»	11,3
		97,9

» Ce Tableau représente, à 2 pour 100 près, les proportions de métaxylène et d'éthylbenzène contenues dans le produit brut.

» La quantité d'hydrocarbure saturé, insoluble dans l'acide sulfurique, est réduite à 0,8 pour 100 par un second traitement, et les 1,2 pour 100 que l'on dissout doivent être ajoutés au paraxylène et à l'éthylbenzène. Ces deux corps se dissolvent plus lentement que les autres dans l'acide sulfurique à 120°; mais l'affirmation des Traités de Chimie que le paraxylène est insoluble est une erreur.

» On verra plus loin qu'une partie du paraxylène échappe à la séparation. Elle est comptée comme orthoxylène dans le Tableau, et il faut la chercher par une oxydation des dérivés tétrabromés des deux xylènes. J'estime que la vraie composition de l'échantillon est :

Paraffine	0,8
Métaxylène	55 à 56
Paraxylène	21,5
Orthoxylène	9
Éthylbenzène	1,2

» La description qui suit fera voir pourquoi une analyse complète modifie les données du Tableau. Sur celui-ci est représentée la quantité de paraxylène que l'on peut séparer par une seule opération, dans un état de pureté tel qu'il fond entièrement au-dessus de 11°.

» On retire du xylène brut la totalité du métaxylène, et le produit est si pur qu'il cristallise à — 52°, comme j'ai pu le constater grâce à l'obligeant concours de MM. Benoît et Chappuis. Un second traitement donne

un produit fondant à — 51° (thermomètre à hydrogène). M. Colson a donné les chiffres — 53° à — 54°.

» Il bout d'une manière constante à 0°,1 près. La détermination exacte par le thermomètre à hydrogène du point d'ébullition du xylène, sous différentes pressions, fait partie d'une série d'essais que je poursuis depuis quelque temps, dans le but de trouver une échelle de substances inaltérables et assez pures pour servir à contrôler les points fixes en Thermométrie.

» Pour faire la séparation des xylènes on verse une quantité pesée, de 10^{gr} à 20^{gr}, de xylène brut sur 2 parties et demie d'acide sulfurique concentré, renfermé dans un tube en verre de Bohême. On jauge la longueur en millimètres occupée par la couche de xylène, et après avoir scellé le tube on le chauffe à environ 120° pendant une heure en secouant vigoureusement.

» Un hydrocarbure saturé reste à la surface comme couche insoluble, mais, avant de la mesurer, on doit ajouter 3 ou 4 parties d'un mélange de parties égales d'acide chlorhydrique et d'eau, secouer et laisser reposer une heure afin de séparer une portion qui a été dissoute par l'acide sulfoné. On évite de laisser refroidir entièrement ce tube pour empêcher un dépôt de cristaux.

» On mesure et l'on sépare l'hydrocarbure sur un entonnoir à robinet, on remet la dissolution acide dans le tube, on scelle de nouveau et l'on chauffe à 122° pendant vingt heures. Par ce traitement, 97 pour 100 du métaxylène se séparent en une couche que l'on mesure. On contrôle la mesure par une pesée après avoir distillé le métaxylène avec de l'eau pour le débarrasser de quelques matières noires, opération qui entraîne une perte d'environ 0^{gr},2.

» Les acides sulfonés des para et orthoxylènes et de l'éthylbenzène ne montrent que des traces de décomposition vers 122°. Ils se décomposent sans se fractionner nettement, lorsqu'on les chauffe plus haut, et il est avantageux de les regagner tous, en portant la dissolution, séparée du métaxylène, à 175° pendant vingt heures. Il est vrai que l'on peut continuer l'analyse sans cette opération, mais les produits sont moins purs dans ce cas. On dissout les trois hydrocarbures régénérés dans trois parties d'acide sulfurique, et l'on ajoute, à la dissolution refroidie, un volume d'acide chlorhydrique concentré. Quand le métaxylène a été séparé, seul l'acide sulfoné du paraxylène se précipite en belles lamelles minces qui se laissent très facilement laver par l'acide chlorhydrique concentré sur un filtre en amiante, jusqu'au point où le chlorure de baryum ne donne plus de réaction de l'acide sulfurique. On n'a qu'à exposer les cristaux à

l'air jusqu'à poids constant pour estimer la proportion de paraxylène. Les cristaux fondent nettement à 88°. Ils ont la composition

$$(C^8H^9SO^3H)^2 + 3H^2O,$$

ce qui correspond avec 49,77 pour 100 de paraxylène. Ils sont presque insolubles dans l'acide chlorhydrique, mais ils se dissolvent en partie dans les acides sulfonés, et c'est pour cette raison qu'une partie du paraxylène reste mélangée avec l'orthoxylène. Restent à séparer l'orthoxylène et l'éthylbenzène. Le seul procédé qui convienne à une analyse exacte a été donné par M. Friedel et moi ([1]).

» Les xylènes traités à froid par vingt fois leur poids de brome, additionné d'iode, donnent un tétrabromure presque insoluble dans l'éther de pétrole, tandis que l'éthylbenzène donne des corps moins bromés et très solubles.

» Les premières opérations de cette méthode de séparation offrent un excellent moyen de préparer le méta- et le paraxylène purs, et il est évident que le problème de préparer l'orthoxylène et l'éthylbenzène par cristallisation des sels de leurs acides sulfonés, est bien simplifié quand tout le métaxylène et une grande partie du paraxylène ont été enlevés du produit brut.

» Pour des opérations en grand, il est préférable d'opérer en vase ouvert, en décomposant l'acide sulfoné du métaxylène par la vapeur d'eau à 122°, et, après avoir répété l'opération deux fois, on obtient un corps très pur. Le produit même d'une première décomposition cristallise à — 52° au lieu de — 51°. On sacrifie environ un dixième du métaxylène dans chaque traitement, et environ un quart des corps qui doivent être chauffés avec la vapeur d'eau à 160°-170° pour les décomposer.

» L'acide sulfoné du benzène ne donne pas de benzène en chauffant sa dissolution dans l'acide sulfurique avec la vapeur d'eau.

» On peut préparer du toluène très pur en chauffant sa dissolution sulfurique avec la vapeur d'eau à 160°. Ce toluène ne cristallise pas à — 95°.

» Les résultats que l'on peut obtenir en appliquant ces méthodes de séparation par décompositions fractionnées à températures fixes, et par précipitations par l'acide chlorhydrique concentré, au cas très compliqué des homologues supérieurs des xylènes et à quelques produits de substitution formeront le sujet d'une Communication ultérieure que j'aurai l'honneur de présenter à l'Académie. L'influence de la masse d'acide sul-

---

([1]) *Dictionnaire de Wurtz. Suppl.*, p. 1655. M. Nölting s'est servi récemment de ce procédé pour déceler la présence de l'éthylbenzène dans les xylènes.

furique ou d'acide chlorhydrique sur la rapidité de décomposition des acides sulfonés présente des phénomènes intéressants dont la description ne peut trouver sa place que dans un Mémoire plus étendu. »

CHIMIE ORGANIQUE. — *Détermination mécanique des points d'ébullition des composés à substitution terminale simple*. Note de M. G. **Hinrichs**.

« Le remplacement de l'atome terminal d'hydrogène par un atome unique et élémentaire est le cas le plus simple; il comprend les chlorides, les bromides et les iodides des alkyles.

» Soit X l'atome substitué au premier atome d'hydrogène terminal, dont l'abscisse est $X = \frac{1}{2}$ (voir la Note précédente pour la notation usitée). La masse de l'atome du composé substitué sera

$$(87) \qquad M' = M + X - H = M + u,$$

$$(88) \qquad u = X - H = X - 1.$$

» Mécaniquement, le composé nouveau est la paraffine augmentée de la masse u dans le lieu du premier hydrogène. Pour l'axe naturel de la paraffine, cela fait $u(\xi - \frac{1}{2})^2$ de plus pour le moment d'inertie. Mais le centre de gravité s'est déplacé de δ par la substitution, ce qui fait $- M'\delta^2$ en moment d'inertie. Pour l'atome substitué nous aurons donc le moment d'inertie maximum pour l'axe naturel

$$(89) \qquad I_X = I_p + u(\xi - \tfrac{1}{2})^2 - M'\delta^2,$$

I_p étant le moment d'inertie de l'atome de paraffine, déterminé par (80). L'abscisse ξ' du centre de gravité du nouveau composé est donnée par l'équation du moment statique

$$(90) \qquad M'\xi' = M\xi + \frac{u}{z}$$

la valeur de ξ étant connue (77). Le déplacement du centre de gravité sera donc

$$(91) \qquad \delta = \xi - \xi' = \frac{n}{2}\,\frac{u}{M + u}.$$

» Par les formules (90) et (91), l'équation (89) devient

$$I_x = I_p + \mu\left(\frac{n}{2}\right)^2, \tag{92}$$

$$\mu = \frac{Mu}{M + u}. \tag{93}$$

» Le moment d'inertie maximum de la paraffine modifiée par substitution terminale simple s'est donc accru de

$$\Delta I = \mu\left(\frac{n}{2}\right)^2. \tag{94}$$

» Transformons (92) comme nous l'avons fait au cas de (80), et nous aurons

$$I_x = \frac{7}{6} n^3 (1 + \varepsilon'), \tag{95}$$

$$\varepsilon' = \frac{3}{7n}\left(1 + \frac{\mu}{2}\right). \tag{96}$$

» De même nous obtiendrons la logarithmique correspondant à (83)

$$\log I_x = 0{,}067 + 3 \log n + \frac{0{,}186}{n}\left(1 + \frac{\mu}{2}\right). \tag{97}$$

» Toutes ces formules sont limitées comme (81) et (83); mais évidemment l'expression de la différence suivante est exacte pour toute valeur de n

$$\Delta(\log I) = \frac{0{,}093}{n}\mu. \tag{98}$$

» D'après la formule limitée (65) (*Comptes rendus*, t. CXIII, p. 799; 1891), on a, t étant la température d'ébullition,

$$\Delta t = K\,\Delta(\log I), \tag{99}$$

ou, si l'on pose $0{,}093\,K = k$, on obtient finalement

$$\Delta t = k\frac{\mu}{n}. \tag{100}$$

» Par la substitution terminale simple de l'atome unique X, la température d'ébullition s'accroît donc de la quantité Δt, qui est directement proportionnelle au facteur μ des masses (93) et inversement proportionnelle au nombre n d'atomes de carbone dans la paraffine substituée.

» Le facteur des masses étant fonction de n (75), sa limite est égale

à u; donc (100) devient

$$(101) \qquad \lim \Delta t = k \frac{u}{n}.$$

Donc les isobares des points d'ébullition des composés dérivés s'approcheront de la limite logarithmique des paraffines, restant à des distances finales proportionnelles au poids atomique u.

» Telle est la solution générale et mécanique du problème des substitutions terminales simples. La Chimie n'offre jusqu'ici que les substitutions des éléments chloroïdes (Cl, Br, Io) de ce genre. On n'a encore étudié que les premiers membres de ces séries; il est de la dernière importance de compléter cette série jusqu'à sa limite supérieure.

» Le tracé général des isobares de la figure (même Tome, p. 599) s'accorde assez bien avec les résultats (100) et (101). Mais l'importance de la question nous fait désirer une confirmation plus minutieuse.

» Dans ce but, nous avons les déterminations des températures d'ébullition représentées dans la Table, même Tome, p. 600. Pour $n < 4$, les déterminations des paraffines nous manquent, et pour ces composés et pour les chlorides la formule (99) n'est pas rigoureuse. Restent les bromides et les iodides pour $n = 4$, 5 et 6.

» Tout calcul fait, d'après (99) et (98), on trouve pour les iodides $K = 139$, 139 et 137, ou des valeurs presque identiques; ces valeurs correspondent à $k = 12°,93$ dans (100). De même, nous trouvons $K = 128$ et 130 pour les bromides, correspondant à $k = 12°,00$ dans (100). Cette formule est donc très bien confirmée par les déterminations.

» La différence entre les valeurs de K pour l'iode et le brome montre que les atomes de ces deux éléments ne sont point sphériques. Mes formules plus générales permettent la détermination de la longueur de ces atomes et donnent des résultats qui sont d'accord avec mes déterminations obtenues par des méthodes différentes; nous reviendrons sur ce sujet intéressant.

» Avec les valeurs de la constante k, la formule (100) nous permet de calculer les Δt, que nous comparons aux valeurs observées, adoptant pour les paraffines $n = 4$, 5 et 6 les températures d'ébullition 1°, 38° et 71° (voir p. 600). Voici les résultats :

	Iodides.			Bromides.		
n.	4.	5.	6.	4.	5.	6.
μ	39,7	45,8	51,0	33,4	37,7	41,2
Δt calculé	128,3	118,4	109,9	100,1	90,5	82,4
Δt observé	129	117,5	109	99	91	?

CHIMIE ORGANIQUE. — *Méthode d'analyse immédiate des extraits chlorophylliens. Nature de la chlorophyllane.* Note de M. A. **Étard**, présentée par M. Henri Moissan.

« I. Les recherches faites jusqu'à présent sur les plantes vertes ont eu constamment pour objet d'en extraire une substance déterminée, le plus souvent un alcaloïde, et cela au prix de la perte des autres matières. Tout étant subordonné à ce but, aucun procédé de séparation méthodique n'a été institué qui permette d'isoler les principes immédiats en nombre infini que les végétaux élaborent. Je me suis proposé de séparer ces principes immédiats, quels qu'ils soient, qui accompagnent les pigments verts, exactement comme on isole les éléments des minéraux, au moyen d'une marche analytique simple. Dans cette analyse spéciale, on est conduit à traiter les corps complexes de la Chimie biologique aisément altérables par les réactifs et supportant seulement l'action de quelques dissolvants neutres.

» II. Les plantes vertes, séchées à la température ordinaire et grossièrement pulvérisées, doivent être complètement épuisées à froid par le sulfure de carbone. Il convient d'agir sur 4^{kg} au moins de matière sèche. Après distillation du dissolvant, il reste un extrait de consistance cireuse comme résidu de ce premier traitement.

» L'alcool et l'éther ont la propriété de dissoudre une multitude de corps appartenant à toutes les fonctions chimiques; ils ne provoquent ainsi aucune distinction, aucun classement de fonctions. Leur emploi, à peu près exclusif jusqu'à présent, n'a pas permis d'effectuer des séparations.

» Avant de faire une teinture alcoolique de plantes, il est indispensable de les épuiser, ainsi qu'il vient d'être dit, par le sulfure de carbone, capable de dissoudre seulement une catégorie limitée de substances qu'on retrouverait dans l'extrait alcoolique en négligeant cette lixiviation préalable. En effet, les extraits alcooliques préparés directement sont tellement complexes que leur analyse peut être regardée comme impossible.

» Les alcoolats préparés à chaud sur des matériaux lessivés au sulfure carbonique laissent, par distillation dans le vide, une masse ayant la consistance du miel.

» En ces matières, on ne peut avoir la prétention de formuler une méthode d'analyse délicate; mais, en l'absence de toute marche systématique, je me propose d'indiquer un procédé de séparation par groupes

d'une grande simplicité. L'expérience montre que ces groupes sont toujours les mêmes et qu'ils peuvent, par l'action des dissolvants, conduire à des substances chimiques nettement caractérisées. Il sera possible par ce moyen de définir et de comparer les matériaux que la vie met en œuvre dans les diverses espèces à tous les stades de leur évolution.

» Extraits sulfocarboniques. — *Groupe I.* — Cet extrait solide, malaxé avec de l'alcool froid jusqu'à ce que le dissolvant sorte sensiblement incolore, laisse une masse verdâtre qui, par des cristallisations à la benzine, puis à l'éther acétique en présence de noir animal, donne toujours des matières parfaitement blanches, souvent bien cristallisées. Ces matières du groupe I appartiennent aux séries chimiques suivantes : *carbures* solides, *alcools*, *glycols*, *glycérines* élevées.

» *Groupe II.* — Les eaux mères alcooliques ci-dessus sont distillées dans le vide; le résidu repris par de la potasse à 2 pour 100 et un excès d'éther, on voit passer dans ce dernier des *alcaloïdes*, des *alcools*, des *glycols* et des *chlorophylles*.

» *Groupe III.* — Les solutions alcalines précédentes, acidulées en présence d'éther, cèdent à celui-ci des acides gras saturés, tels que le palmitique et des acides désaturés à divers degrés, parmi lesquels l'acide oléique.

» Extraits alcooliques. — *Groupe IV.* — L'extrait alcoolique préparé à chaud, puis amené à l'état solide, est malaxé à épuisement avec de l'alcool froid, en présence de son volume au moins de verre pilé. Il reste ainsi un résidu solide que l'on continuera à triturer avec de l'éther. Le groupe IV, que l'éther laisse comme résidu, contient des matières extractives dépourvues de chlorophylle, d'une saveur tannique et généralement brunes.

» *Groupe V.* — L'extrait éthéré de l'action qui précède donne à l'évaporation des matières chlorophylliennes susceptibles de séparation et de purification.

» *Groupe VI.* — Les solutions alcooliques issues du groupe IV, distillées dans le vide, conduisent à un résidu qui, repris par l'éther froid, lui cède une grande quantité de chlorophylle très verte.

» Ce groupe VI est spécialement celui des chlorophylles qui se trouvent là, méthodiquement purifiées d'une quantité de substances douées de propriétés analogues.

» *Groupe VII.* — Le résidu insoluble dans l'éther, et provenant du groupe précédent, contient constamment des matières extractives à peu

près incolores, s'étirant en fibres nacrées, soyeuses, solubles dans l'eau et l'alcool. Ce sont là des matières azotées qui seront ultérieurement décrites. Alors même que ces produits et ceux du groupe IV n'auraient pas d'intérêt spécial, il serait toujours utile de savoir les enlever aux chlorophylles.

» III. Pringsheim, par l'action de réactifs, a vu se former dans les cellules, sous le microscope, des groupements cristallins qu'il regardait comme formés d'une matière particulière : l'hypochlorine.

» Plus tard, Hope Seyler extrayait assez facilement de divers végétaux un principe vert, cristallin qu'il nomma *chlorophyllane*. Tchirsch a établi par de bons arguments l'identité de l'hypochlorine et de la chlorophyllane. Ce dernier auteur se pose d'ailleurs la question de savoir si la chlorophyllane est bien une espèce chimique définie. Il croit pouvoir conclure affirmativement et attribuer à la chlorophylle la propriété de se transformer en chlorophyllane par oxydation et par les acides végétaux. Mais il reconnaît que cette dernière ne donne le plus souvent que des groupements ou des fibres cristalloïdes, dont l'aspect n'est pas constant. Pour cette matière assez hypothétique, on ne donne ni point de fusion, ni caractères précis : seul son spectre serait distinctif. Mais cette détermination d'un spectre à *bandes nébuleuses*, variant d'étendue avec la concentration, est sans valeur, étant faite sur un produit non séparé d'autres pigments et de concentration inconnue.

» Dans des recherches portant actuellement sur vingt espèces botaniques les plus diverses, j'ai vu souvent des substances vertes cristallines possédant toutes les propriétés assignées à la chlorophyllane se dissolvant en vert, notamment dans l'acide acétique, et recristallisant avec les mêmes apparences. Mais, toujours, j'ai pu décolorer ces substances par le noir animal; elles ne conservaient alors que leur aspect cristallin et leur solubilité primitive. Ces matières ont été décrites dans de précédentes Communications; ce sont, selon les plantes, des carbures ou des alcools solides. A l'état impur, ces corps, assez solidement teints dans leur masse entière par des pigments verts, simulent une espèce chimique et constituent, à n'en pas douter, la chlorophyllane. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Influence de la nature du terrain sur la végétation.* Note de M. **J. Raulin**, présentée par M. Duclaux.

« Le 15 avril 1891, on a planté des pommes de terre (Early rose) dans cinq carrés de terre de 1 are chacun, ayant la composition suivante :

A........	Mélange des quatre terres à volumes égaux	
B........	Terre de tourbe à 64 d'humus pour 100 de terre sèche	
C........	Terre calcaire à 73 de calcaire	»
D........	Terre argileuse à 47 d'argile	»
E........	Terre siliceuse à 75 de sable	»

» On a semé sur la moitié de chaque carré l'engrais suivant :

	Par are.
	kg
Phosphate précipité, acide phosphorique	0,80
Sulfate d'ammoniaque, azote....................	0,70
Sulfate de potasse, potasse....................	0,80
Plâtre...	1,00

» Les pommes de terre ont été récoltées en septembre.

» Les poids des tubercules obtenus sont les suivants :

	Avec engrais.		Sans engrais.	
		Par are.		Par are.
	kg	kg	kg	kg
A...........	101,70	203,40	74,00	148,00
B...........	73,05	146,10	28,95	57,90
C...........	62,95	125,90	36,30	72,60
D...........	36,55	73,10	12,50	25,00
E...........	21,75	43,50	5,30	10,60

» L'ordre décroissant des poids de récoltes, sauf pour la tourbe et le calcaire, est le même avec ou sans engrais, et il est aussi le même qu'en 1890 pour les betteraves et le maïs.

» Ces nombres indiquent bien la supériorité d'une terre dans laquelle les quatre éléments existent en proportions convenables, et aussi l'influence de tel ou tel élément quand il prédomine à l'excès; mais ils ne suffisent pas pour déterminer l'influence exacte des proportions des divers éléments d'un mélange, ni pour déterminer les proportions des quatre éléments les plus favorables à la culture de la pomme de terre, ce qui est notre but essentiel.

» Pour nous éclairer sur cette question, nous avons fait faire douze cuves en béton de chaux hydraulique, de $1^{m},40$ de côté et $1^{m},05$ de profondeur, avec écoulement pour les eaux; nous avons mis des cailloux et

du gravier au fond sur une hauteur de 10^{cm}, et nous les avons remplies de mélanges différents des quatre terres précédentes.

» Voici quelle était à peu près la composition de ces mélanges :

	Argile.	Humus.	Sable.	Calcaire.
	kg	kg	kg	kg
a [1]	61,62	13,39	181,32	100,81
b	8,00	»	»	»
c	23,11	»	»	»
d	123,24	»	»	»
e	61,62	6,74	»	»
f	»	40,17	»	»
g	»	107,12	»	»
h	»	13,39	135,81	»
i	»	»	362,16	»
j	»	»	181,32	39,77
k	»	»	»	201,60
l	»	»	»	300,00

» Le 14 juin, on a semé des engrais chimiques en proportions doubles de celles de la première expérience; on a planté neuf pommes de terre (Early rose) dans chaque cuve, et l'on a récolté le 5 octobre.

» Voici le poids des récoltes :

		Par are.			Par are.
	kg	kg		kg	kg
a	4,985	249	*g*	5,960	298
b	5,450	272	*h*	4,455	223
c	5,200	260	*i*	5,490	274
d	4,490	225	*j*	5,205	260
e	4,725	236	*k*	4,575	228
f	5,300	265	*l*	4,312	215

» Il est à remarquer que ces nombres sont bien plus rapprochés que ceux de la première expérience : or, ces douze mélanges contiennent des proportions notables des quatre éléments : *sable*, *argile*, *humus*, *calcaire*, tandis que certaines terres de la première expérience manquent presque complètement de certains d'entre eux :

» D et E n'ont que des traces d'humus; B n'a presque pas d'argile.

» En résumé, la récolte diminue sensiblement à mesure que l'argile et le calcaire augmentent : elle augmente avec les proportions de sable et d'humus. Le mélange type *a*, pour donner le maximum de récolte, devrait donc être enrichi en sable et en humus, les proportions d'argile et de calcaire devraient y être diminuées.

---

[1] *a* était le mélange A des expériences précédentes et contenait les proportions indiquées d'argile, d'humus, de sable et de calcaire.

» En d'autres termes, le mélange qui se rapprocherait le plus de la fertilité maxima contiendrait :

N° 1.	Argile...	8,00 kg	pour des poids des autres éléments égaux à ceux du mélange type *a*.
	Humus..	107,12	»
	Sable...	362,16	»
	Calcaire.	39,77	»

» Si l'on calcule les éléments de 100 parties de terre satisfaisant à cette condition, que le rapport du poids de l'un des éléments à la somme des autres soit égal au rapport du poids de cet élément dans le Tableau n° 1 à la somme des autres dans le mélange type *a*, on arrive à la composition suivante :

N° 2.	Argile..................	2,64 kg	100,00.
	Humus..................	23,30	
	Sable..................	67,20	
	Calcaire................	6,86	

» J'ai à peine besoin de dire que ces quelques résultats ne sont guère cités ici que comme spécimen d'un travail plus étendu qui exigera plusieurs années. Voici, en effet, les desiderata de cette expérience :

» Les pommes de terre ayant été atteintes de la maladie, les résultats ne sont pas absolument comparables.

» Les diverses terres sont naturellement pourvues de matières fertilisantes : potasse, acide phosphorique, azote assimilable, en proportions différentes, en sorte qu'il n'y a pas identité sous le rapport de l'engrais.

» Les variations de poids des divers éléments ne sont pas aussi étendues que je l'aurais voulu, étant limité par la composition même des terres employées.

» Enfin, pour admettre que le Tableau n° 2 représente le meilleur terrain pour la culture des pommes de terre, je suppose que la quantité d'argile, par exemple, la plus favorable au point de vue de la fertilité, pour des poids déterminés d'humus, de calcaire et de sable, est encore la meilleure, lorsque, la somme des trois éléments restant constante, le poids de chacun d'eux varie, ce qui n'est peut-être pas rigoureusement exact.

» Le problème à résoudre a une étendue considérable; il peut se poser en ces termes :

» *Trouver la composition physique que doit réaliser un terrain absolument stérile pour donner, avec une quantité donnée d'engrais chimique, le maximum de récolte d'une espèce déterminée.*

» Pour arriver à obtenir les principaux éléments de ce problème, il faut

faire de nouveaux mélanges, avec des variations plus étendues que les précédentes, à l'aide des éléments des terres précédentes séparés par analyse.

» Il faut épuiser autant que possible, par plusieurs récoltes, les terres sans engrais, afin de mesurer la part de l'engrais naturel de chaque terre dans la récolte ; il faut enfin vérifier les résultats obtenus, en tenant compte de l'observation faite plus haut, sur la valeur du Tableau n° 2.

» C'est dans cet ordre d'idées que nous nous proposons de poursuivre les essais qui précèdent. »

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Présence de la fumarine dans une Papavéracée*. Note de M. **J.-A. Battandier**, présentée par M. Chatin.

« Étudiant depuis quelque temps le meilleur mode d'extraction des sels de glaucine au moyen des feuilles du *Glaucium luteum* L., j'ai eu l'idée de chercher si le *Glaucium corniculatum* L. contenait ce même alcaloïde. Ce n'est pas sans étonnement qu'au lieu de glaucine j'y ai trouvé de la fumarine. La plante essayée était le *Gl. corniculatum* var. *phœniceum* à fleurs ponceau, tachées de noir à la base et imitant tout à fait le *Papaver Rhœas*. La fumarine a été caractérisée : 1° par la belle coloration violette qu'elle donne à froid avec l'acide sulfurique monohydraté, coloration que les oxydants font passer au brun, la chaleur au gris verdâtre et que l'eau détruit; 2° par son chloroplatinate cristallisé en beaux octaèdres et enfin par la manière dont elle se comporte avec les dissolvants. Ces divers caractères me sont familiers, m'occupant depuis longtemps déjà de la recherche de la fumarine dans les diverses plantes de la famille des *Fumariacées*.

» L'existence de la fumarine dans une Papavéracée m'a paru intéressante à signaler, car de tous les principes immédiats, les alcaloïdes sont certainement les mieux spécialisés. Si l'on en excepte la berbérine, aucun alcaloïde bien caractérisé n'a été trouvé dans deux familles différentes.

» La caféine, qui est ubiquiste, est un amidé et non un alcaloïde. L'hyoscyamine se trouve dans le *Duboisia myoporoides*, mais cette plante peut rentrer dans les *Solanées*. On a bien souvent dit que la corydaline se trouvait dans les bulbes des *Corydalis* et dans l'*Aristolochia cava*, mais c'est là une simple erreur de synonymie qui remonte à l'*Historia stirpium* de Fuchs, où le *Corydalis cava* est nommé *Aristolochia*.

» D'autre part, aucun caractère sérieux ne sépare plus les *Papavéracées* des *Fumariacées*, depuis la découverte des laticifères dans cette dernière famille. La présence de la fumarine chez une Papavéracée est donc un argument de plus pour leur réunion.

» Les alcaloïdes de divers *Hypecoum*, du *Bocconia frutescens*, de l'*Eschscholtzia californica* donnent avec l'acide sulfurique une réaction fort semblable à celle de la fumarine, mais je n'ai point réussi à faire cristalliser leurs chloroplatinates.

» La fumarine semble exister dans les parties vertes de toutes les Fumariacées que j'ai pu me procurer, appartenant aux genres ou sous-genres *Fumaria*, *Petrocapnos*, *Platycapnos*, *Sarcocapnos*, *Ceratocapnos*, *Corydalis*, *Diclytra*. Je n'ai pu, le plus souvent, faute de matériaux, que constater la réaction par l'acide sulfurique; mais j'ai retiré cet alcaloïde pur et cristallisé de divers *Fumaria* et du *Diclytra formosa*. »

ANATOMIE. — *Sur quelques anomalies musculaires chez l'homme*. Note de M. **Fernand Delisle**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« Le 8 avril dernier mourait à l'hôpital Beaujon le nommé Couani, âgé de 25 ans, l'un des individus de la bande d'Indiens de l'Amérique du Sud exhibée au Jardin d'acclimatation sous le nom de *Caraïbes*. Il appartenait à la tribu des Arrawaks ou Arrouages, qui habite la rive gauche du Maroni, territoire de la Guyane hollandaise.

» Grâce à l'obligeance de M. Geoffroy Saint-Hilaire, directeur du Jardin d'acclimatation, ce sujet put être transporté au Laboratoire d'Anthropologie du Muséum. M. le professeur Hamy a bien voulu nous charger de le disséquer.

» Ce sujet était très vigoureux, très bien musclé, et la rapide maladie qui l'a emporté ne l'avait pas encore amaigri. Le premier fait qui nous a frappé est la coloration du tissu musculaire, beaucoup plus foncée que chez le blanc. Les muscles sont d'un rouge foncé tirant sur le violet. Le tissu adipeux, très abondant, est d'un jaune intense.

» La dissection nous a permis de reconnaître l'existence de quelques anomalies musculaires, sur le membre supérieur au biceps brachial et à l'extenseur commun des doigts, sur le membre inférieur au muscle couturier et à l'extenseur propre du gros orteil.

» *Biceps brachial*. — Rien de particulier quant aux insertions, mais, si l'on examine la portion musculaire, on voit que les deux faisceaux qui la composent sont réunis par un tissu cellulaire très lâche et qu'ils sont entièrement séparés jusqu'à 2^{cm} du point où le tendon inférieur émerge de la masse musculaire [1].

---

[1] L. Testut, *Les anomalies musculaires chez l'homme*, p. 371-372. Paris; 1884.

» *Extenseur commun des doigts.* — Les tendons de ce muscle présentent la disposition suivante : après s'être dégagés de la masse musculaire, le tendon destiné au petit doigt arrivé à 4^{cm} au-dessus de l'articulation métacarpo-phalangienne correspondante s'élargit, s'aplatit; les fibres se divisent pour se porter : les externes directement sur la première phalange où elles constituent le tendon extenseur du cinquième doigt, et vont s'accoler à celles de l'extenseur propre du petit doigt sur le milieu de la phalange; les internes sur le côté externe de la tête de la première phalange de l'annulaire où elles viennent se fusionner avec celles du tendon spécial à ce doigt. En examinant le tendon de l'annulaire, nous avons reconnu qu'il se décomposait en trois cordons tendineux enfermés dans une gaine commune et que chacun d'eux avait en outre une gaine spéciale. Ayant poussé la dissection jusqu'à la portion musculaire, nous avons reconnu qu'à chaque tendon correspondait un faisceau musculaire d'origine très facile à isoler les uns des autres sur une assez grande longueur. Ces trois faisceaux tendineux sont de volume différent : l'externe est de moitié plus faible que chacun des deux autres, qui sont à peu près d'égal volume. Du faisceau moyen et de sa face profonde se détache un mince filet tendineux qui se porte sur le faisceau interne de l'annulaire. Du bord interne du dernier faisceau de l'annulaire se détache une expansion tendineuse large, aplatie, de forme trapézoïde, qui se porte obliquement sur le bord externe du tendon du médius; elle adhère au tendon de l'annulaire sur une étendue de 10^{mm}, et n'a plus que 4^{mm} quand elle rejoint le tendon du médius, au niveau de l'extrémité antérieure du troisième métacarpien, au point où le tendon coulisse sur l'articulation [1].

» Le tendon du médius est divisé sur une longueur de 3^{cm} dans sa portion carpienne inférieure.

» *Muscle couturier.* — Insertion supérieure normale. Du tendon d'insertion inférieure et par son bord antérieur se détache une lame de fibres tendineuses se dirigeant en avant pour se porter obliquement de haut en bas sur le tibia et le ligament rotulien.

» *Extenseur propre du gros orteil.* — Du faisceau musculaire, divisé inférieurement en deux chefs, partent deux tendons très distincts, à partir du cou-de-pied et de grosseur différente; l'interne, grêle, va se fixer à la partie postéro-interne de la première phalange du gros orteil; l'ex-

---

(1) Une disposition analogue, quoique moins compliquée, a été signalée sur un nègre par M. Chudzinski [*Nouvelles observations sur le système musculaire du nègre* (*Revue d'Anthropologie*, t. III, p. 21 et 1; 1874)].

terne, volumineux, va s'insérer à l'extrémité de la deuxième phalange ([1]).

» Les anomalies musculaires ne sont pas spéciales à l'une quelconque des variétés de l'espèce humaine ; on les rencontre aussi bien chez le blanc que dans les races colorées, et parmi celles-ci, c'est chez les nègres qu'elles ont été le plus recherchées.

» Il faut les considérer comme des variations dans la morphologie des muscles et à ce titre elles ont depuis longtemps déjà attiré l'attention des anatomistes. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine vraisemblablement tératologique de deux espèces de Triclades.* Note de M. **P. Hallez**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« M. C. Dareste, le premier, je crois, a émis cette idée que la tératogénie a dû et peut encore jouer un rôle dans la formation de nouvelles races et espèces, que les conditions spéciales qui sont la cause de telle monstruosité peuvent, à un moment et en un lieu donnés, agir sur un nombre suffisant d'individus de la même espèce, en voie de développement, pour que ces individus, devenus adultes, puissent devenir le point de départ d'un organisme nouveau, caractérisé par la particularité tératologique apparue brusquement chez ses parents.

» Il y a là une idée juste à laquelle, si je ne me trompe, on n'a pas accordé toute l'attention qu'elle mérite.

» Je me propose, dans cette Note, de montrer que deux espèces de Triclades ont, selon toute apparence, une origine tératologique.

» Dans le cours de mes recherches sur l'embryologie de ces animaux, j'ai eu occasion d'observer quelques monstruosités. Je ne m'occuperai ici que de deux cas : 1° l'anastomose ou la fusion partielle des deux branches récurrentes de l'appareil intestinal; 2° la multiplicité des pharynx.

» I. *Anastomose ou fusion partielle des deux branches récurrentes de l'appareil intestinal.* — Ces cas sont fréquents dans le genre *Dendrocœlum;* je les ai constatés chez *Dendr. lacteum* et *punctatum*. Tantôt les deux branches récurrentes qui, dans ce genre, sont fort rapprochées l'une de l'autre en arrière des organes génitaux, sont réunies simplement par une ou deux anastomoses transverses, les deux branches restant distinctes en

---

([1]) L. Testut, *loc. cit.*

arrière de ces anastomoses. Tantôt les deux branches sont fusionnées en une seule, en arrière de leur point de jonction, réalisant ainsi le cas du *Dendrocœlum Nausicaæ*, décrit par O. Schmidt. Le premier cas est un simple phénomène de coalescence entre parties similaires qui, d'après mes observations, paraît se produire assez tard, peut-être même chez l'adulte. En tout cas, cette coalescence n'entraîne aucun déplacement des organes copulateurs de la bouche. Ce cas est peu intéressant et très fréquent.

» Il n'en est pas de même de l'autre monstruosité, qui est toujours très précoce et qui a pour conséquence le déplacement apparent de l'orifice buccal. La bouche, chez *Dendr. lacteum* normal, est située franchement dans la seconde moitié du corps, aussi bien chez le jeune à l'éclosion que chez l'adulte. Or, les individus présentant la particularité tératologique en question, ont la bouche médiane ou très peu en arrière du milieu du corps, leurs organes d'accouplement sont, par suite, relativement plus antérieurs que dans les individus normaux. Cette monstruosité est susceptible de recevoir deux explications. Ou bien, il y a fusion complète sur la ligne médiane d'une portion notable (souvent la moitié de la longueur) des branches récurrentes préformées. Ou bien l'intestin, qui est primitivement droit, ne se sépare jamais, dans sa portion rétropharyngienne, à aucune époque du développement, en deux branches complètement distinctes, mais présente seulement un écartement en forme d'ovale autour du pharynx et des organes copulateurs. Si cette seconde interprétation était la bonne, nous serions ici en présence d'un phénomène d'atavisme, réalisant le cas de *Bothrioplana*, intermédiaire entre la forme de l'intestin rhabdocœle et celle de l'intestin triclade. Malheureusement, je ne suis pas en mesure de trancher cette question.

» Quoi qu'il en soit, l'espace dans lequel peuvent se développer le pharynx et les organes sous-jacents étant fermé en arrière de bonne heure, il en résulte que ces organes sont gênés dans leur accroissement. Aussi le pharynx de ces individus anormaux est-il souvent tortueux et plissé dans sa gaine comme celui de *D. Nausicaæ*. En outre, pour que les organes d'accouplement puissent se développer, il faut que l'espace dans lequel ils sont resserrés s'allonge. C'est ce qui arrive. D'après les mesures que j'ai prises sur des exemplaires adultes en état de plus grande extension, chez les individus normaux, la longueur de la branche antérieure de l'intestin est à celle des branches récurrentes comme 3 est à 5, tandis que, chez les individus anormaux, ces mêmes longueurs sont entre elles comme 1 est à 2. Il en résulte que la région supérieure du corps s'est relativement plus

accrue dans les individus tératologiques que dans les autres. C'est pourquoi la bouche se trouve être presque centrale. Je ferai remarquer que ces individus anormaux ne m'ont pas paru moins sensiblement aplatis que les individus normaux, ce qui pourrait être présenté comme une objection à ma loi embryogénique des Triclades et des Rhabdocœlides. Mais je rappelle que l'allongement de la partie postérieure du corps est produit ici secondairement, qu'il ne résulte pas d'un phénomène embryogénique précoce, et que, par suite, ce cas échappe à la loi que j'ai énoncée.

» Le cas tératologique que je viens de faire connaître n'est pas excessivement rare. Il est intéressant de constater que toutes les particularités que j'ai signalées se retrouvent dans l'espèce de Corfou et de Céphalonie décrite par O. Schmidt sous le nom de *D. Nausicaæ*. Je crois que cette espèce doit être considérée comme d'origine tératologique.

» II. *Multiplicité des pharynx*. — Ces cas me paraissent être très rares. Je n'en ai observé que trois.

» 1° *Polycelis nigra* adulte. Deux pharynx soudés à la base, pouvant fonctionner d'une manière tout à fait indépendante, et semblant être produits par traumatisme.

» 2° *Planaria polychroa* jeune. Tandis que, dans le cas précédent, on a un pharynx bifide à deux ouvertures distales, dans ce second cas, les deux pharynx sont indépendants sur toute leur longueur, mais sont très rapprochés l'un de l'autre par leur extrémité proximale; ils sont également développés, bien que l'un soit un peu plus médian que l'autre.

» 3° *Planaria polychroa* adulte. Deux pharynx indépendants, un peu inégalement développés; l'un est médian, très légèrement dévié à gauche, l'autre s'insère près du premier sur la branche récurrente droite : c'est celui-ci dont la taille est un peu moindre.

» Dans ces trois cas la bouche est unique.

» Le genre *Phagocata*, dont on ne connaît qu'une seule espèce, *Ph. gracilis*, présente tous les caractères du genre *Planaria* dont il ne se distingue que par la multiplicité des pharynx, dont un médian plus grand et huit à neuf paires de pharynx plus petits insérés le long des branches récurrentes. Il me paraît difficile de ne pas considérer cette multiplicité des pharynx, de même que la polydactylie, comme un fait tératologique fixe et devenu un caractère spécifique et même générique.

» En terminant, je ferai remarquer que les espèces d'origine tératologique doivent, à moins qu'elles ne soient très anciennes, avoir une distribution géographique peu étendue. C'est précisément le cas de *Dendro-*

cœlum Nausicaœ. et de *Phagocata gracilis* qui sont cantonnés exclusivement, le premier dans les îles Ioniennes, le second en Pensylvanie. »

ZOOLOGIE. — *Sur la théorie des feuillets et le parablaste.* Note de M. F. Houssay, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« La formation du système circulatoire chez l'Axolotl, étudiée à des stades très nombreux et très précoces, offre un grand nombre de faits intéressants. Je me propose de signaler ici ceux seulement qui permettent une comparaison entre les diverses productions sorties successivement des deux couches primordiales de la *Gastrula* : l'ectoderme et l'endoderme. Le tableau suivant résume, telles qu'elles m'apparaissent, les sorties successives dont il est question.

Ectoderme.	*Epiblaste.*			
	Neuroblaste.			
	Plus trois contacts	1° avec le mésoblaste : canal du pronéphros.		
		2° avec le parablaste : vaisseau sanguin latéral.		
		3° avec le métablaste : ouvertures des fentes branchiales.		
Endoderme.	*Mésoblaste* avec une partie axiale de rebut..........			Notocorde.
	Protohypoblaste.	*Parablaste*		Subnotocorde.
		Deutohypoblaste.	*Métablaste*...	Métacorde (rudimentaire).
			Hypoblaste...	

» Ayant toujours réservé mon opinion sur la *signification* de la métamérie; je crois pouvoir aujourd'hui considérer comme fondée, dans ses traits essentiels, la théorie de *Sedgwick* (1); le tableau précédent montre les modifications que j'y voudrais apporter. De plus, je partage l'avis que la schizocœlie est un processus dérivé de l'entérocœlie, et j'espère ajouter une preuve à celles que l'on connaît.

» Les faits nouveaux qui permettent d'établir les comparaisons indiquées ont trait surtout à la sortie du métablaste et du parablaste. J'ai parlé déjà de la première formation (2), je rappelle qu'elle est rigoureusement du type entérocœlique primordial, j'ajoute *producteur de métamérie*. Le devenir de cette formation dans la région non branchiale sera traité en

(1) A. Sedgwick, *Quart. Journ. of Micr. Sc.;* 1884.
(2) *Comptes rendus,* avril 1891.

détail dans un mémoire prochain. Je signale encore que ses contacts avec l'épiblaste conservent leur métamérie, toutefois, ils peuvent se réunir en un canal (myxine). Le métablaste me semble caractéristique des Vertébrés, y compris *Balanoglossus*, plus que toute autre particularité.

» La première ébauche du parablaste est *segmentée*. Je n'ai pas réussi à la voir insegmentée, malgré les stades très rapprochés que je possède. Elle sort, dès le début, du protohypoblaste, par plaques en face des myotomes. L'intestin n'envoie pas de prolongements vers ces fragments détachés à la périphérie de sa paroi. Ils sont donc moins entérocœliques que les poches métablastiques (branchiales) sorties après eux; mais, en raison de leur métamérie originelle, ils le sont plus que les segments mésoblastiques sortis avant eux de l'endoderme. Voilà, semble-t-il, sur un même animal, un intermédiaire entre l'entérocœlie et la schizocœlie.

» Le métablaste et le mésoblaste ont avec l'épiblaste des contacts connus. Il en est de même du parablaste; et ce fait est capital. A sa partie postérieure, chaque *parablastomère* envoie, entre le myotome qui lui correspond et le suivant, une file de cellules qui va prendre contact avec l'ectoderme entre l'ébauche du nerf latéral peu prononcée et le canal du pronéphros. Ces contacts, d'abord métamériques, se réunissent pour former le *vaisseau sanguin latéral* qui va du nez jusqu'à la partie postérieure du tronc.

» Sauf omissions à réparer dans mon mémoire *in extenso*, ce vaisseau n'a pas été décrit chez l'embryon. Sa connaissance est de premier intérêt pour comprendre les vaisseaux sanguins de la tête, car il est homodyname de la *veine jugulaire externe* (Götte) ([1]). C'est également la partie antérieure de ce vaisseau qui a été suivie par H.-H. Field ([2]) depuis le pronéphros jusqu'à l'œil; il l'appelle *vaisseau dorsal du pronéphros*. Ce vaisseau reste métamériquement relié avec les troncs sanguins profonds, métamériques eux aussi, en particulier les aortes.

» La veine subintestinale, le *cœur*, les vaisseaux de Mayer, les vaisseaux branchiaux, les veines cardinales et les aortes dérivent de cette émission parablastique.

» Pour compléter le rapprochement entre les trois productions sorties de l'endoderme, disons que chacune abandonne une partie axiale de rebut

---

([1]) *Entwicklungsgeschichte der Unke;* 1875.

([2]) H.-H. Field, *Bull. of Mus. of Comp. Zoolog. at Harvard College.* Cambridge, (U. S.); 1891.

destinée à dégénérer (voir le tableau). A la sortie du métablaste correspond aussi un début de formation axiale métamérique; mais elle arrive à peine à quitter la paroi du deutohypoblaste.

» Remarquons que ce rebut axial est d'autant moins important que la sortie à laquelle il appartient a mieux gardé son caractère entérocœlique. De plus, il n'y a aucune métamérie dans la notocorde, elle est visible dans la subnotocorde et tout à fait nette dans l'ébauche axiale de la série métablastique.

» Il est inutile d'ajouter que je rejette complètement le mot de *mésoderme* comme désignant un troisième feuillet *comparable* à l'ectoderme et à l'endoderme. Plusieurs embryologistes le considèrent déjà comme défini par sa genèse (sortie entérocœlique ou schizocœlique de l'archentéron). Il convient de plus d'affirmer qu'il n'est pas un feuillet nouveau. Il est de la même valeur (pas plus) que le parablaste ou le métablaste en tant que dérivés endodermiques, ou parmi les dérivés ectodermiques il est de même valeur que le neuroblaste ou le myoblaste, chez les types (Turbellariés) où l'ectoderme le fournit en plus du neuroblaste. Si donc on parle de trois feuillets, pourquoi pas de six?

» Pour terminer, je crois pouvoir énoncer cette loi générale comme extension de la théorie de Sedgwick, et en remplaçant toute schizocœlie par une entérocœlie correspondante.

» Le point de départ de tous les systèmes d'organes des êtres même compliqués est le résultat d'un accroissement de leur surface (extérieure ou entérique) sans nouvelle augmentation de volume. De là, série d'involutions de ces surfaces.

» Il y aurait lieu de développer comment ces accroissements spéciaux de la périphérie (faits ontogéniques) peuvent se concevoir comme hypothèses phylogéniques, par cela qu'en croissant, l'animal augmente son poids comme le cube des dimensions, tandis que ses rapports avec le monde extérieur (sensitifs ou nutritifs) ne croissent dans le même temps qu'en suivant le carré des mêmes dimensions; d'où rupture d'équilibre à compenser. »

ZOOLOGIE. — *Les racines du nerf alaire chez les Coléoptères.* Note de M. **Alfred Binet**.

« L'étude des racines du nerf alaire chez les Coléoptères présente cet intérêt que, par la comparaison des types, elle permet de fixer les pro-

priétés de ces racines, et elle résout ainsi, par l'observation microscopique directe, des questions de physiologie qui sont extrêmement complexes. C'est ce que je voudrais montrer en quelques mots.

» Si l'on prend pour sujet d'étude un Coléoptère qui présente la faculté du vol bien développée, et qu'on examine, par la méthode des coupes, la structure interne des ganglions thoraciques qui donnent naissance aux nerfs des ailes, on constate que ces nerfs présentent chacun deux racines; ces racines ne se séparent qu'après la pénétration du nerf dans l'intérieur de la masse ganglionnaire; l'une d'elles se dirige vers la région ventrale du ganglion, et on voit ses fibres aboutir à l'organe auquel j'ai proposé de donner le nom de *colonne ventrale :* c'est une colonne double et symétrique, qui s'étend d'avant en arrière dans la région ventrale des ganglions sous-intestinaux et qui est formée par une substance fibrillaire très dense, laquelle se noircit fortement sous l'influence de l'acide osmique.

» Outre cette racine ventrale, le nerf alaire émet une seconde racine, qui diffère principalement de la précédente par la direction de ses fibres; elle est destinée à la région dorsale du ganglion, région qui est constituée par de la substance fibrillaire ne présentant aucun caractère spécial; la racine dorsale traverse d'avant en arrière la région dorsale du ganglion et cède à cette région, sur son trajet, un grand nombre de ses fibres.

» Telles sont les deux racines qu'on rencontre dans le nerf alaire chez un grand nombre des Coléoptères que nous avons pu étudier; ces racines sont surtout bien développées chez les insectes qui ont une grande puissance de vol; elles ne manquent à aucune des espèces que nous avons examinées jusqu'à ce jour; nous nous bornerons à citer le Hanneton, le Rhizotrogus, le Cerambyx, le Dytique, le Cybister, le Copris, le Géotrupes, l'Hydrophile, etc.

» Quelle est la propriété physiologique de chacune de ces racines? Ont-elles des propriétés communes, ou bien l'une d'elles est-elle composée de fibres sensitives, et l'autre de fibres motrices? Aucune expérience directe n'a permis jusqu'ici de trancher la question. On sait seulement que les recherches anciennes de Faivre ont montré que lorsqu'on exerce une compression légère sur la face inférieure ventrale du ganglion thoracique d'un Dytique, les pattes de l'animal cessent d'être sensibles en conservant leur motilité; tandis que la compression légère de la face supérieure du ganglion amène l'effet inverse, c'est-à-dire la paralysie des pattes sans anesthésie. Faivre concluait de ces expériences que la région ventrale du ganglion est douée plus spécialement de propriétés sensitives et la région dorsale de propriétés motrices.

» J'ai pu faire, dernièrement, des observations d'anatomie comparée qui ont confirmé, en les précisant, les déductions de Faivre, et qui m'ont servi à attribuer des fonctions physiologiques distinctes aux deux racines du nerf alaire.

» Ces observations ont été faites sur trois genres de Coléoptères bien différents, mais qui présentent ce caractère commun de posséder une première paire d'ailes, les élytres, sans les employer au vol; ces Coléoptères qui ont servi à mes études sont le Timarcha, le Blaps et le Carabus; on peut donner aux Insectes présentant cette particularité physiologique le nom de *Coléoptères aptésiques* (de *a*, privatif, et *ptêsis*, vol) pour bien marquer que ce qui leur manque, ce n'est pas l'organe du vol, mais la fonction; les deux élytres sont immobilisés et constituent un bouclier servant à protéger la face supérieure de l'abdomen; en d'autres termes, la fonction motrice de l'aile est perdue, mais la fonction sensitive est conservée.

» Or, si l'on examine chez ces Coléoptères le ganglion thoracique qui donne naissance au nerf des élytres, on constate que le nombre des racines a subi une réduction; la racine dorsale a disparu, la racine ventrale est conservée avec ses proportions normales, qui sont considérables. Cette observation nous paraît démontrer, au moins provisoirement, que la racine ventrale, qui subsiste seule chez les Coléoptères aptésiques, est une racine sensitive. On peut conclure également que la colonne ventrale où cette colonne aboutit est un organe sensitif et que la région dorsale du ganglion est motrice.

» Nous avons ensuite porté notre attention sur le troisième ganglion thoracique, qui fournit un nerf, dans les conditions ordinaires du vol, aux ailes membraneuses. Chez les trois Coléoptères aptésiques que nous venons de citer, l'aile membraneuse disparaît. Nous n'avons point trouvé, dans le ganglion métathoracique de ces espèces, des racines comparables à celles du nerf alaire, mais seulement une racine ventrale extrêmement grêle, qui nous paraît devoir être assimilée aux racines des nerfs des ganglions abdominaux.

» En terminant cette Note, nous insistons sur l'intérêt d'une démonstration physiologique obtenue, sans expérience d'aucune sorte, au moyen de l'observation microscopique directe [1]. »

---

[1] Travail du laboratoire de M. Balbiani, au Collège de France.

ZOOLOGIE. — *Sur le système nerveux de la* Nerita polita. Note de M. **L. Boutan**, présentée par M. de Lacaze-Duthiers.

« Dans les environs de Suez, cette espèce est fort abondante et il est facile de s'en procurer de nombreux échantillons en parcourant les jetées en pierre, sur lesquelles vivent ces animaux.

» Mon attention avait été attirée sur ces Gastéropodes par un travail de M. Bouvier ([1]), qui les a choisis comme types de ses *Rhipidoglosses orthoneuroïdes*, et je mis à profit mon séjour dans cette portion de la mer Rouge pour en préparer un grand nombre de spécimens en vue d'une étude détaillée.

» Les rapports entre l'organisation de la *Nerita* et celle des autres Aspidobranches me paraissaient si frappants, que, malgré l'affirmation précise de cet habile anatomiste, je doutais encore de l'absence complète de toute commissure croisée dans le système nerveux : il me semblait impossible d'admettre, sans un nouvel examen, qu'un type si voisin des *Aspidobranches chiastoneures*, présentât, sans transitions, un système nerveux *orthoneure*.

» Ce doute est légitimé par les faits, et cette Note a pour but de montrer que les Nérites sont bien des *Prosobranches chiastoneures*.

» Au-dessous du bulbe radulaire on trouve une masse nerveuse formée par les ganglions pédieux et les deux premiers ganglions du centre asymétrique. Les ganglions pédieux se prolongent sous forme de deux cordons, au milieu de la sole du pied. Chose remarquable, ces cordons nerveux sont exclusivement formés par le centre pédieux, et les ganglions du centre asymétrique ne s'allongent pas simultanément, comme dans l'Haliotide, la Fissurelle ou le Parmophore.

» En rapport avec cette particularité, nous avons constaté que la collerette, ou lobe inférieur du manteau, ne s'étend plus que sur un tout petit espace et est innervée directement par des filets qui proviennent des deux premiers ganglions du centre asymétrique.

» Au-dessous de ces deux premiers ganglions, M. Bouvier a décrit un ganglion impair et médian, réuni aux ganglions déjà cités. Ce ganglion n'est autre chose que l'origine de la commissure croisée du côté gauche

---

([1]) *Système nerveux des Gastéropodes prosobranches;* Paris, Masson, 1887.

qui s'entoure de cellules nerveuses, comme cela a lieu chez les animaux voisins.

» Cette commissure gauche passe sous le tube digestif pour rejoindre le ganglion correspondant dans le manteau. En même temps, un nerf d'une extrême finesse part du côté droit et vient s'accoler pendant une faible partie de son parcours à cette branche nerveuse principale. *Ce mince filet nerveux représente la commissure croisée du côté droit*.

» Si l'on suit, en effet, son trajet en ouvrant l'animal sur le côté droit et en rejetant avec précaution les viscères du côté gauche, on peut disséquer le nerf dans toute son étendue; comme le précédent, il passe au-dessous du tube digestif, remonte le long de la paroi du corps, franchit en dessus la radula et sa gaine et vient déboucher à gauche, dans la cavité branchiale, sur le plancher de cette cavité, au niveau du tiers supérieur de la branchie.

» A ce moment il donne deux branches : une branche récurrente qui va rejoindre le cinquième ganglion du centre asymétrique, au niveau du cœur, et une branche montante qui va se perdre dans la partie supérieure de la branchie; cette dernière donne une anastomose à un gros nerf palléal qui remonte également vers la branchie.

» Cette description suffit pour montrer que nous avons affaire réellement à un système nerveux de Chiastoneure, et tous les naturalistes au courant de la question reconnaîtront sans difficulté le huit de chiffre caractéristique formé, d'une part, par la commissure croisée du côté gauche et le nerf grêle représentant la commissure croisée du côté droit; cependant le gros nerf branchial que j'ai cité mérite à son tour une description minutieuse.

» Ce nerf palléal se détache de la masse nerveuse ventrale formée, en avant, par les ganglions pédieux et, en arrière, par les deux premiers ganglions du centre asymétrique : il naît de la partie gauche de la masse nerveuse, par conséquent du premier ganglion gauche, les coupes ne laissant aucun doute sur son origine réelle.

» Ce gros nerf se rend directement dans le manteau en traversant le muscle coquillier du côté gauche. Arrivé dans la cavité branchiale, il se bifurque; une branche se détache en avant et reste franchement palléale, une autre se dirige vers la branchie.

» C'est là une particularité remarquable du système nerveux de la *Nerita* et sur laquelle j'insiste à dessein. Dans ce type de Gastéropode, la branchie n'est pas seulement innervée par un ganglion branchial, relié au

reste du système nerveux par la branche correspondante de la commissure croisée, mais aussi par un nerf provenant directement du premier ganglion situé du côté gauche.

» Si l'on supprimait par la pensée cette grêle commissure, la branchie serait exclusivement innervée par ce ganglion gauche et le type aurait une apparence orthoneure. Grâce à la présence du nerf grêle dont je signale la présence, la branchie chez les Nérites est innervée par deux centres différents, à la fois par le premier ganglion du côté droit et par le premier ganglion du côté gauche.

» On arrive ainsi à cette conclusion singulière : si l'on suppose que ce nerf rudimentaire, visiblement en voie d'atrophie, disparaisse complètement, *le système nerveux ainsi régularisé devient orthoneure; mais l'innervation primitivement effectuée dans la branchie par le premier ganglion droit s'effectue maintenant à l'aide du premier ganglion situé du côté gauche*.

» Dans ce cas, cette régularisation apparente masquerait une asymétrie originelle profonde, puisque la branchie droite déplacée à gauche serait occasionnellement innervée par le centre gauche.

» En résumé, le système nerveux de la *Nerita polita*, aussi bien que celui de la *Navicella porcellana* (sur laquelle j'ai vérifié les mêmes faits) présente une commissure croisée, comme dans les autres Aspidobranches.

» La branche droite de la commissure croisée est représentée par un nerf extrêmement grêle.

» La branchie est innervée à la fois par le premier ganglion droit et le premier ganglion gauche du centre asymétrique.

» Les cordons nerveux situés dans le pied sont exclusivement formés par les centres pédieux qui portent à leur partie postérieure les otocystes. Enfin, dans ce type remarquable, la collerette est directement innervée par les deux premiers ganglions du centre asymétrique. »

ZOOLOGIE. — *Sur l'origine et la formation du revêtement chitineux chez les larves de Libellules.* Note de M. **Joannes Chatin**, présentée par M. A. Milne-Edwards.

« L'origine du revêtement chitineux qui protège le corps de l'Insecte a été presque constamment rapportée à un phénomène de sécrétion : l'épi-

derme ([1]) laisserait exsuder une substance qui, d'abord fluide, se durcirait au contact de l'air pour former la carapace chitineuse.

» Bien que généralement admise, classique même depuis longtemps, cette théorie semble ne tenir aucun compte des faits dont on est témoin lorsqu'on étudie le mode de formation du tégument chez les larves, et particulièrement chez les larves de Libellules.

» Dans la présente Communication, je me bornerai à résumer les dispositions offertes par ce dernier type. Je le choisis à dessein, car il a été l'objet de récentes recherches dont les auteurs, sans tomber dans les erreurs antérieures, paraissent cependant avoir suivi assez imparfaitement l'évolution des éléments chitinogènes; aussi leurs descriptions doivent-elles être complétées ou rectifiées sur plusieurs points.

» Comme technique, j'ai employé les divers réactifs usités, mais je me suis plus spécialement servi du vert de méthyle et du brun Bismarck; j'ai à peine besoin d'ajouter que de bons objectifs à immersion sont indispensables.

» Le tégument se montre d'abord formé d'une couche cellulaire dont les éléments présentent les caractères suivants :

» La cellule épidermique est grande, souvent comparable à un cube dont les arêtes seraient émoussées. Sa partie somatique montre un hyaloplasma ou spongioplasma dans les mailles duquel se trouve un paraplasma granuleux et fréquemment pigmenté. Le noyau est limité par une membrane à contours sinueux; dans l'intérieur du noyau apparaît la formation nucléinienne sous l'aspect d'un réseau très net.

» En combinant la méthode des coupes avec la dissociation, on arrive à reconnaître assez sûrement les limites des cellules. Il n'en sera plus de même à une époque ultérieure.

» C'est dans l'hyaloplasma que s'opère la première modification notable : tandis que ses trabécules étaient jusqu'ici disposées sans ordre, ou réparties suivant une symétrie radiaire, on les voit s'orienter parallèlement à la surface du tégument. Dans la plupart des cas, le phénomène se localise sur la partie apicillaire de la cellule. Il semble devoir être initialement rapporté à la contractilité de l'hyaloplasma; plus tard, ce sera par voie de différenciation chimique qu'il s'affirmera et persistera.

» Bientôt, en effet, l'état général du protoplasma se montre tout autre :

([1]) Hypoderme, matrice de la cuticule, couche chitinogène, etc.

c'est d'abord le paraplasma qui se trouble, premier indice de l'imprégnation chitineuse dont les effets s'accusent rapidement, déterminant une induration progressive. Pendant quelque temps, celle-ci n'est appréciable que dans les espaces paraplasmiques, intermédiaires aux lignes hyaloplasmiques, puis elle s'étend à ces dernières, les transformant en autant de strates chitinifiées.

» Suivie dans l'ensemble de la cellule, la différenciation commence normalement par la zone la plus extérieure et l'on ne saurait admettre la formation mixte, simultanément centripète et centrifuge, décrite par quelques observateurs. Leur conception repose sur une erreur, d'ailleurs facile à commettre et causée par les faits de dislocation qui sont fréquents dans l'hyaloplasma des cellules épidermiques chez les larves de Libellules; s'y compliquant de variations dans la réfringence des lignes trabéculaires, ils peuvent faire croire à l'existence de plusieurs foyers de condensation ou d'induration du protoplasma.

» Les phénomènes qui viennent d'être exposés ne se limitent généralement pas à une seule cellule, mais se manifestent en même temps dans plusieurs éléments contigus dont les zones chitinifiées ne tardent pas à se confondre. Cette fusion s'étend même au-dessous de la zone cuticularisée, entraînant la disparition des frontières cellulaires. L'épiderme ne se montre plus dès lors que comme une zone plasmatique semée de noyaux et l'on s'explique les interminables discussions qui se sont ouvertes à maintes reprises pour définir l'exacte constitution de la zone chitinogène : les uns la décrivaient comme un tissu franchement cellulaire, les autres comme une simple couche anhiste. L'origine de ces divergences doit être cherchée dans les différences d'aspect offertes par l'épiderme, suivant qu'on l'examine à tel ou tel stade de la cuticularisation.

» D'ailleurs, les cellules ne perdent pas toujours leur autonomie; il en est qui la conservent çà et là. J'ai observé le fait et j'ai pu constater qu'il se compliquait d'une particularité dont je n'ai trouvé nulle mention : la cellule, qui a ainsi maintenu son individualité histique, subit la différenciation chitineuse, non plus sur une, mais sur plusieurs de ses faces, autour desquelles les lamelles indurées se soulèvent en ébauchant des coiffes concentriques. Certaines préparations sont très démonstratives à cet égard et montrent combien il est imprudent, en Biologie, de vouloir formuler des conclusions absolues. Pourquoi la cellule ne produirait-elle des lames chitinifiées que sur une de ses régions? Son protoplasma ne possède-t-il pas, dans toute sa masse, la même activité formatrice?

» L'exemple actuel suffirait à l'établir et je pourrais en rapprocher certains faits en rapport avec les insertions musculaires, mais dont l'exposé m'entraînerait au delà des limites de cette Communication.

» Il est toutefois une remarque importante qui doit encore y trouver place : les faits corrélatifs de la cuticularisation ne se limitent pas à la partie somatique des éléments épidermiques. Ils retentissent sur les noyaux : au début des observations, la formation nucléinienne s'y montrait disposée en réseau; puis, subissant en quelque sorte l'influence des manifestations qui se succèdent dans le protoplasma ambiant, elle modifiait son mode de groupement pour revêtir enfin l'aspect tout nouveau d'un filament pelotonné sur lui-même. Ces actes de mitose méritent d'autant mieux d'être signalés qu'ils paraissent avoir été constamment méconnus.

» En résumé, les cellules épidermiques produisent le revêtement chitineux, non par voie de sécrétion, mais par un processus tout spécial qui oblige à le considérer comme une émanation directe de leur protoplasma se transformant en strates chitinifiées. Ainsi se constituent des lames dont l'épaisseur augmente progressivement et dans lesquelles on peut retrouver la texture trabéculaire de l'hyaloplasma. En s'étendant aux éléments voisins, ces faits de différenciation provoquent leur fusion et modifient profondément la texture de la couche épidermique ou chitinogène.

» Ces résultats ne semblent pas seulement devoir modifier les idées admises relativement au mode de formation du tégument des Insectes; ils montrent, en outre, quelles extensions comporte l'étude des formations cuticulaires qui s'imposent de plus en plus à notre attention, surtout au point de vue de l'Histologie zoologique. »

GÉOLOGIE. — *Sur la structure microscopique des oolithes du bathonien et du bajocien de Lorraine*. Note de M. **Bleicher**, présentée par M. Daubrée.

« Le mode de formation des oolithes calcaires qui se rencontrent en plus ou en moins grande abondance dans les sédiments marins, et spécialement dans ceux de l'époque jurassique, est connu depuis longtemps et attribué à l'incrustation de couches minces successives autour d'un grain de sable sous l'influence du jeu des marées, dans le voisinage des récifs coralliens. Il en résulte qu'ils sont constitués par un noyau central entouré

d'écailles calcaires concentriques. Telle est, en effet, la structure des oolithes de très petite taille ($\frac{1}{2}$ millimètre de diamètre et au-dessous, jusque vers 1^{mm}) de la partie supérieure du bajocien et du bathonien de Lorraine.

» Mais il n'en est pas de même des oolithes de plus grande taille de ces mêmes niveaux, quoique sur leur cassure on ne distingue que des couches concentriques.

» D'après des recherches faites sur des oolithes *cannabines* ($3^{mm},4$ de diamètre) du calcaire qui forme un horizon caractéristique entre les deux masses de polypiers du bajocien supérieur : sur les oolithes plus petites $1^{mm},5$ jusqu'à 2^{mm} de diamètre, plus irrégulières, quoique toujours arrondies, qui composent le calcaire du bajocien supérieur (*bâlin*); sur les oolithes de 1^{mm}, 2^{mm}, 3^{mm} de diamètre, rarement sphériques de la base du bathonien des environs de Nancy et des environs de Colmar (Alsace), l'écorce des oolithes peut ne pas être simplement formée de couches concentriques.

» En effet, si l'on soumet ces oolithes, que l'on peut se procurer en assez grande quantité isolées, à l'action des acides étendus et concentrés, en complétant ses recherches par l'observation de coupes minces, on arrive à une conception différente du mode de formation de ces oolithes.

» Les coupes minces montrent d'abord le corps central ou noyau, qui est le plus souvent un fragment de polypier, d'article d'encrine (souvent un article entier), de coquille bivalve ou univalve, de foraminifère.

» Le noyau central dans toutes les oolithes d'une certaine taille, est immédiatement entouré d'une écorce épaisse de calcaire marneux plus ou moins ferrugineux, dans laquelle on peut reconnaître par transparence des formes qui paraissent appartenir au règne organique.

» Ce sont d'abord des tubes ou cylindres (les coupes ne permettent pas de se prononcer), enchevêtrés en réseau dont les mailles serrées couvrent le corps central. Sur certaines préparations on voit apparaître entre les mailles du réseau des débris de polypiers, de foraminifères, des sections annulaires, des sections de tubes aplatis d'un côté, renflés du côté opposé.

» Outre ces corps étrangers, on y rencontre des tubes assez régulièrement cloisonnés pour ressembler à des filaments d'algues, formées de cellules placées bout à bout. On peut en compter jusqu'à dix sur une de nos coupes.

» Le traitement des oolithes par l'acide chlorhydrique étendu, puis

par l'acide chlorhydrique pur à chaud jusque vers l'ébullition, permet d'isoler complètement les tubes enroulés qui forment la presque totalité de l'écorce et de leur reconnaître la qualité de tubes creux. Ils se trouvent isolés après dissolution de tous les éléments calcaires et ferrugineux et séparation par l'eau de la vase argileuse, éléments qui entrent dans la composition de l'oolithe.

» En résumé, il paraît démontré que des organismes, dont la détermination ne peut encore être faite aujourd'hui, ont concouru à la formation des oolithes d'une certaine taille du bajocien de Lorraine et du bathonien de Lorraine et d'Alsace. »

PHYSIOLOGIE. — *Les propriétés odorantes des alcools de la série grasse.* Note de M. **Jacques Passy**.

« J'ai pensé que rien ne pouvait jeter plus de lumière sur la question des odeurs que l'étude méthodique d'une série organique. J'ai commencé par la détermination des minimums perceptibles de l'alcool éthylique et de ses homologues. Les résultats sont réunis dans un Tableau.

» Quelques mots sont nécessaires pour indiquer la provenance et le traitement des alcools, dont la pureté doit être absolue.

» L'*alcool méthylique* provenant de la saponification de l'éther méthyloxalique m'a paru impropre à cet usage; il retient quelques traces de produits accessoires, suffisamment odorants, vu l'odeur très peu marquée de l'alcool lui-même, pour fausser les résultats. Celui qui m'a servi est un alcool d'industrie très pur de l'usine de Scheurer-Kestner, tout à fait exempt d'acétone et de méthylamine; il retenait encore une légère odeur d'empyreume dont j'ai pu le débarrasser par des traitements au charbon et des rectifications sur la soude caustique et le sodium. Toutefois, comme cette action fait reparaître l'odeur de méthylamine, il est nécessaire de traiter en dernier lieu par une petite quantité d'acide oxalique.

» Pour l'*alcool éthylique,* il m'a suffi de rectifier sur la soude l'alcool d'industrie le plus pur possible (anciens établissements Savalle), en ne recueillant que les portions centrales. Les alcools supérieurs et les isomères ont été mis à ma disposition par la maison Claudon qui en fait sa spécialité.

Minimums en millionièmes de gramme par litre d'air.

Alcools.	Primaires.	Secondaires.	Tertiaires.
Méthylique...............	1000	»	»
Éthylique................	250	»	»
Propylique...............	10 à 5	40	»

Alcools.	Primaires.	Secondaires.	Tertiaires.
Butylique normal.........	1	»	10 à 20
Isobutylique..............	1	»	»
Amylique normal.........	»	»	20 à 40
Amylique actif gauche.....	0,6	»	»
Isoamylique inactif........	0,1	»	»
....	...	.	.
Caprylique...............	»	0,005	»

» Ces chiffres doivent être considérés simplement comme comparables entre eux. Tout l'intérêt réside d'ailleurs dans cette comparaison et dans les rapports qu'elle montre entre la composition chimique et les propriétés physiologiques, *puissance* et *qualité* de l'odeur.

» *Puissance odorante.* — On voit immédiatement que la puissance odorante augmente progressivement à mesure qu'on s'élève dans la série. Cette progression devient tout à fait remarquable si l'on s'en tient aux alcools primaires; en définissant comme je l'ai fait le pouvoir odorant par l'inverse du minimum perceptible, et en prenant celui de l'alcool méthylique pour unité, on obtient la série suivante :

Alcool méthylique.....	1	Alcool butylique normal...	1000
» éthylique.......	4	» isobutylique.......	1000
» propylique.....	100-200	» isoamylique inactif.	10000

» L'amylique normal manque dans mes expériences, mais en comparant l'alcool isoamylique inactif à son isomère l'isobutylique, qui, lui-même, a sensiblement même pouvoir odorant que le butylique normal, on voit que l'analogie est complète, et que l'amylique normal viendrait très vraisemblablement se placer à son rang. D'où cette première conclusion : La *puissance odorante croît régulièrement avec le poids moléculaire.* La progression est très régulière pour les trois derniers termes, dont chacun est sensiblement égal à dix fois le précédent; elle l'est beaucoup moins pour les trois premiers; l'alcool méthylique et éthylique diffèrent peu; de l'alcool éthylique à l'alcool propylique, il y a un saut brusque. Cette progression se retrouve-t-elle dans les alcools secondaires? Il ne m'est pas permis de me prononcer à cet égard, n'ayant pu essayer que deux d'entre eux; toutefois, le pouvoir odorant de l'alcool caprylique (octylique secondaire) étant égal à huit mille fois celui de l'isopropylique, cette progression paraît bien vraisemblable.

» Je n'ai eu que deux alcools tertiaires à ma disposition, mais ils suffisent à montrer que, s'il existe une loi régulière, elle doit être entièrement

différente. Parmi les alcools non normaux, on remarquera la notable différence entre l'alcool amylique gauche et l'alcool inactif.

» Il est intéressant de comparer maintenant non plus les homologues, mais les isomères. On voit que l'alcool secondaire a un pouvoir odorant moindre que l'alcool primaire.

	Minimums perceptibles.
Alcool propylique normal	10
Alcool isopropylique	40

et l'alcool tertiaire un pouvoir moindre encore.

	Primaire.	Tertiaire.	
Alcool butylique	1	10 à 20	Minimums perceptibles.
Alcool amylique	0,1	20 à 40	

» En se reportant à la constitution de ces isomères et en remarquant que l'alcool primaire dérive d'un carbure unitaire, l'alcool secondaire d'une double, et l'alcool tertiaire d'une triple substitution, on peut se demander si chacun des composants ne conserve pas jusqu'à un certain point son individualité dans la molécule et si la puissance odorante n'est pas en rapport, non seulement avec le poids moléculaire total, mais avec celui des composants. Toutefois ce point appelle de nouvelles recherches.

» *Qualité.* — Si le pouvoir odorant de chaque terme dépend de sa place dans la série, la qualité de l'odeur est liée à sa constitution, à sa structure moléculaire. C'est ce que montre la comparaison entre les divers isomères. En effet :

» 1° Les *homologues,* dont la constitution est la même et qui ne diffèrent que par C^2H^2 en plus, ont des odeurs extrêmement voisines, à tel point qu'à dose atténuée et *physiologiquement équivalente,* il est parfois presque impossible de les distinguer.

» *Exemple :* L'alcool méthylique et éthylique ; l'alcool isobutylique et isoamylique.

» 2° Les *isomères*, ayant même formule brute et différant par la constitution, diffèrent, et parfois considérablement, les uns des autres.

Exemple :	Alcool butylique normal	Odeur butyrique
»	isobutylique	Odeur amylique
»	butylique tertiaire	Odeur camphrée

» 3° Tel isomère se rapproche plus de ses dérivés que de ses isomères.

» *Exemple :* L'alcool propylique (convenablement atténué) se distingue nettement de l'alcool propylique normal, tandis qu'il se rapproche nettement de son aldéhyde, l'acétone.

» L'odeur caractéristique est donc liée à un certain groupement qui persiste soit dans les homologues, soit dans les dérivés. »

PHYSIQUE DU GLOBE. — *Sur l'immobilité des eaux océaniques profondes.* Note de M. **J. Thoulet**.

« La publication récente, par MM. Murray et Renard, du Rapport officiel sur les fonds marins provenant de la campagne du *Challenger*, me semble confirmer d'une manière frappante le fait de l'immobilité des eaux océaniques profondes. Depuis longtemps déjà, j'avais émis cette hypothèse en me basant sur divers motifs, et principalement sur la distribution verticale des densités réelles, *in situ*, au sein de l'Océan.

» Dans le Pacifique sud, au sud de Taïti, à la station 281, par 22° 21′ lat. S. et 152° 37′ long. E., la drague a ramené d'une profondeur de 4362^m une pierre représentée Pl. IV, fig. 3, et qui est un fragment d'un ancien fond de mer. La portion inférieure, en argile rouge avec nodules de manganèse implantés, ce qui affirme son origine profonde, est recouverte uniformément, sur une épaisseur de 2^{cm} environ, d'une couche de cendre volcanique. Celle-ci, examinée à l'œil nu et mieux encore au microscope (Pl. XXI, fig. 2), se montre composée de mica noir, d'augite, de hornblende dont les grains ont à peu près $0^{mm},5$ de diamètre, de feldspath plagioclase plus ou moins altéré, avec quelques fragments de roches volcaniques et de la magnétite. Les particules les plus grosses, en commençant par le mica, sont déposées immédiatement contre l'argile et augmentent régulièrement de finesse de bas en haut. Le fond a été, après consolidation, coupé de fentes et un dépôt de manganèse, formé sur la surface entière de la pierre ainsi que dans les fissures, a réuni le tout en une masse compacte.

» Un tel ordre de superposition prouve bien la complète immobilité des eaux profondes. En effet, dans des eaux en mouvement, il est évident que les particules de grosseur différente auraient été diversement entraînées dans le sens horizontal par les courants et elles ne se seraient pas déposées ensemble au même point. Elles se sont classées par densités, c'est-à-dire d'après leurs vitesses de chute respectives, les plus petites tombant avec le plus de lenteur, les plus grosses et les plus lourdes plus rapidement et, les unes et les autres, sans éprouver la moindre déviation transversale. J'ai reproduit synthétiquement le phénomène en agitant dans

un tube de verre des cendres volcaniques de l'Etna avec du mica noir. Après avoir abandonné au repos le tube maintenu vertical, le dépôt s'est effectué dans l'ordre indiqué, d'abord le mica, et au-dessus les cendres par grosseurs décroissantes.

» L'immobilité des eaux profondes étant démontrée par cette preuve directe me paraît communiquer une probabilité plus grande à mon hypothèse sur l'existence d'une circulation chimique verticale dans l'Océan, telle que je l'avais énoncée d'après diverses considérations, la distribution des densités absolues, la formation des nodules manganésiens et phosphatés, de la phillipsite et enfin mes expériences prouvant la diffusion extrêmement lente, quoique réelle, qui s'exerce entre des eaux de mer de densités différentes.

» J'appellerai l'attention sur une autre figure du même ouvrage (Pl. VII, fig. 5) qui représente un os de baleine dragué à la station 286, latitude 33°29′ S., longitude 135°42′ E., dans le Pacifique sud, au sud-est des îles Pomotou par 4270^{m}. On y voit des marques arrondies se coupant mutuellement et ressemblant à s'y méprendre aux incisions couvrant une omoplate de *Balanotus* tertiaire découverte à Monte Aperto, en Italie, par M. Capellini. M. de Quatrefages s'était précisément basé sur cette pièce pour admettre l'existence de l'homme tertiaire, car il se déclarait dans l'impossibilité d'attribuer ces marques à une cause autre que l'action d'un instrument tranchant. L'échantillon du *Challenger*, autant du moins qu'il est permis d'en juger sur des dessins, semble résoudre la question contrairement aux conclusions de M. de Quatrefages. Sur un os trouvé à une pareille place, en plein Pacifique sud, loin de toute terre, à mi-distance entre l'Australie et le Chili, les incisions ne peuvent guère être que les traces de dents de squales. »

La séance est levée à 4 heures un quart. M. B.